

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/FR2004/001968

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 E21B17/01

## BEST AVAILABLE COPY

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 E21B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 01/04454 A (BOUYGUES OFFSHORE ;ROCHER XAVIER (FR); DAUPHIN RAPHAEL (FR); GASSE) 18 January 2001 (2001-01-18) cited in the application claims 1-14; figures 1-13 Divulgation implicite pour revendication 12. Revendications 7, 15-17 manquent d'activité inventive par rapport à ce document considéré seul. -----	1, 6, 7, 11-17
A	US 6 193 441 B1 (FISHER EDMUND A) 27 February 2001 (2001-02-27) abstract; figures 1,3,4,7,8 -----	1
A	US 4 078 605 A (JONES MARVIN R) 14 March 1978 (1978-03-14) abstract; figure 2 -----	1

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
22 November 2004	30/11/2004
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl. Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  Tompouloglou, C

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
WO 0104454	A	18-01-2001		FR 2796441 A1 AT 257544 T AU 6165300 A BR 0012737 A DE 60007634 D1 EP 1194677 A1 WO 0104454 A1 NO 20020101 A US 6524152 B1		19-01-2001 15-01-2004 30-01-2001 20-08-2002 12-02-2004 10-04-2002 18-01-2001 08-03-2002 25-02-2003
US 6193441	B1	27-02-2001		BR 0002848 A US 2001001633 A1 US 2001041098 A1		30-01-2001 24-05-2001 15-11-2001
US 4078605	A	14-03-1978		NONE		

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No

PCT/FR2004/001968

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE  
CIB 7 E21B17/01

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 E21B

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	WO 01/04454 A (BOUYGUES OFFSHORE ; ROCHER XAVIER (FR); DAUPHIN RAPHAEL (FR); GASSE) 18 janvier 2001 (2001-01-18) cité dans la demande revendications 1-14; figures 1-13 Divulgation implicite pour revendication 12. Revendications 7, 15-17 manquent d'activité inventive par rapport à ce document considéré seul.	1, 6, 7, 11-17
A	US 6 193 441 B1 (FISHER EDMUND A) 27 février 2001 (2001-02-27) abrégé; figures 1,3,4,7,8	1
A	US 4 078 605 A (JONES MARVIN R) 14 mars 1978 (1978-03-14) abrégé; figure 2	1

Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

### \* Catégories spéciales de documents cités:

- \*A\* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- \*E\* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- \*L\* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- \*O\* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- \*P\* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- \*T\* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- \*X\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- \*Y\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- \*&\* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

22 novembre 2004

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

30/11/2004

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Tompouloglou, C

## RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatives aux membres de familles de brevets

Demande Internationale N°  
PCT/FR2004/001968

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication		Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 0104454	A	18-01-2001	FR AT AU BR DE EP WO NO US	2796441 A1 257544 T 6165300 A 0012737 A 60007634 D1 1194677 A1 0104454 A1 20020101 A 6524152 B1	19-01-2001 15-01-2004 30-01-2001 20-08-2002 12-02-2004 10-04-2002 18-01-2001 08-03-2002 25-02-2003
US 6193441	B1	27-02-2001	BR US US	0002848 A 2001001633 A1 2001041098 A1	30-01-2001 24-05-2001 15-11-2001
US 4078605	A	14-03-1978		AUCUN	

**Dispositif de liaison fond-surface comportant une articulation flexible étanche entre un riser et un flotteur.**

La présente invention concerne le domaine connu des liaisons fond-surface du type comportant une conduite sous-marine verticale, appelée riser, reliant le fond de la mer à la surface, de préférence jusqu'à un support flottant installé en surface.

Dès que la profondeur d'eau devient importante l'exploitation des champs de production notamment des champs pétroliers s'effectue en général à partir d'un support flottant. Ce support flottant comporte en général des moyens d'ancrage pour rester en position malgré les effets des courants, des vents et de la houle. Il comporte aussi en général des moyens de stockage et de traitement du pétrole ainsi que des moyens de déchargement vers des pétroliers enleveurs. L'appellation de ces supports flottants est le 10 terme anglo-saxon "Floating Production Storage Offloading" (signifiant "moyen flottant de stockage, de production et de déchargement") abrégé par "FPSO". De nombreuses variantes ont été développées tels les SPARS, longs cigares flottants maintenus en position par des ancrages caténaires, ou encore les TLPs, 15 plates-formes à lignes d'ancrage tendues, lesdites lignes étant en général verticales.

Les têtes de puits sont souvent réparties sur la totalité du champ et les conduites de production, ainsi que les lignes d'injection d'eau et les câbles de contrôle commande, sont 20 déposées sur le fond de la mer en direction d'un emplacement fixe, à la verticale duquel le support flottant est positionné en surface.

Certains puits sont situés à la verticale du support flottant et l'intérieur du puits est alors accessible directement depuis la surface. Dans ce cas, la tête de puits équipée de son "arbre de 30 Noël" peut être installée en surface, à bord du support flottant. On peut alors effectuer, à partir d'un derrick installé sur ledit support

flottant, toutes les opérations de forage, de production et de maintenance du puits pendant toute la durée de vie dudit puits. On parle alors de tête de puits sèche.

Pour maintenir le riser équipé de sa tête de puits sèche en 5 position sensiblement verticale il convient d'exercer une traction vers le haut qui peut être appliquée, soit par un système de tensionnement à câbles à l'aide de treuils ou de vérins hydrauliques installés sur le support flottant, soit à l'aide de flotteurs répartis le long du riser et installés à diverses profondeurs, soit encore par 10 une combinaison des deux.

Le riser est mis en tension par ces flotteurs et se trouve guidé, de préférence au niveau du support flottant, par des guidages à rouleaux situés dans un plan, de préférence unique, permettant le maintien et le guidage d'un riser par rapport au 15 support flottant. Des moyens de tensionnement à câbles jouant le rôle de guidage peuvent être utilisés.

On connaît dans FR 2 754 021 un dispositif de guidage d'un riser muni de flotteurs en tête comprenant des roulettes permettant le coulissolement vertical du riser, ainsi que sa rotation autour d'un 20 axe horizontal et guidant ses déplacements horizontaux, de sorte que les mouvements de translation horizontale du riser suivent substantiellement ceux du support flottant. On connaît aussi dans FR 99 10417 et WO/2001-11184 un dispositif de guidage perfectionné comprenant des roulettes et des patins de frottement 25 disposés radialement autour de la conduite. Ce dispositif de maintien et de guidage de la partie immergée en surface d'un riser vertical, notamment au sein d'une baie de forage, permet de minimiser les efforts de réaction entre ledit riser et la structure de supportage solidaire de la barge. On connaît enfin divers systèmes 30 de guidage impliquant des tensionnements par câble.

La profondeur d'eau de certains champs pétroliers dépassant 1 500m et pouvant atteindre 3 000m, le poids des risers sur de

telles hauteurs nécessite, pour leur maintient en position, des efforts pouvant atteindre et dépasser plusieurs centaines de tonnes. On utilise des éléments de flottabilité de type "bidon" rajoutés à des structures immergées, principalement sur les risers reliant la 5 surface aux ultra grands fonds (1000-3000m). La conduite sous-marine consiste alors en une colonne montante comportant une conduite sous-marine assemblée à au moins un flotteur comportant un bidon coaxial entourant ladite conduite et traversé par ladite conduite.

10 Les flotteurs concernés sont de grandes dimensions avec notamment un diamètre supérieur à 5m, et une longueur de 10 à 20m et possèdent des flottabilités pouvant atteindre 100 tonnes, et ils sont en général disposés en chapelet l'un en dessous de l'autre.

15 Le flotteur et la conduite sont soumis aux effets de la houle, du courant, mais étant raccordés au FPSO en surface, sont aussi indirectement soumis aux effets du vent. Il en résulte des mouvements latéraux et verticaux importants (plusieurs mètres) de l'ensemble riser-flotteur-barge, surtout dans la zone sujette à la houle. Ces mouvements engendrent des efforts différentiels 20 importants entre le riser et le flotteur. De plus les courbures prises par le riser créent des moments de flexion extrêmement importants dans la zone de changement d'inertie consistant dans le raccordement entre le riser et le flotteur.

25 De manière à minimiser les efforts engendrés par le courant et la houle agissant sur l'ensemble riser-flotteur, les flotteurs sont en général circulaires et sont installés autour du riser et coaxialement à ce dernier.

30 En outre les flotteurs sont en général fixés sur le riser de manière à ce que la liaison riser-flotteur assure l'étanchéité du dit flotteur et puisse confiner le gaz de remplissage. La solution couramment employée consiste à encastrer par soudage, en partie

haute comme en partie basse, le flotteur au riser. De multiples renforts sont rajoutés pour assurer la résistance de l'ensemble.

Au niveau de cette liaison entre le riser et le flotteur, l'inertie de l'ensemble varie de manière considérable lorsque l'on passe de 5 la section du riser à la section du flotteur.

Ces variations importantes d'inertie conduisent à des mauvaises répartitions de contraintes, ce qui engendre des zones très localisées où les contraintes peuvent devenir inadmissibles et engendrer, soit des phénomènes de rupture brutale, soit des 10 phénomènes de fatigue conduisant à l'apparition de fissures puis à la ruine. Ces contraintes localisées nécessitent pour renforcer la zone sensible, l'utilisation de pièces de transition, en général de forme conique et de grandes dimensions, appelées "tapered joints". Ces pièces peuvent atteindre dans certains cas 10m de longueur et 15 nécessitent dans le meilleur des cas l'utilisation d'acières à très hautes performances. Mais bien souvent, il faut avoir recours à l'utilisation du titane qui est environ 5 à 10 fois plus coûteux que les meilleurs aciers. De plus les pièces sont en général de formes complexes et la qualité de réalisation doit être extrême de manière 20 à fournir le service attendu pendant toute la durée de vie de ces équipements qui dépasse couramment 25 ans.

On connaît dans US 3 952 526 et US 3 981 357 des systèmes de jonction entre des réservoirs-flotteurs et risers, dans lesquels on utilise des pièces en matériau élastomère.

25 Ces systèmes de flottabilité permettent de réduire le système de tensionnement situé à bord du support flottant et ils sont en général répartis sur une grande hauteur de la tranche d'eau, de plus ils présentent une flottabilité réduite de quelques centaines de kg, voire d'une tonne ou deux.

30 Les jonctions sont situées dans la partie haute du flotteur, la partie basse du flotteur étant en général ouverte. De tels dispositifs

peuvent transférer des charges correspondant à l'allègement d'une longueur limitée de conduite, mais ils ne conviennent pas pour des flotteurs destinés à supporter, seuls sans l'adjonction de systèmes de tensionnement complémentaires solidaires du support flottant,

5 une très grande longueur de riser, par exemple 500 à 1000 m, voire plus, tels qu'on les rencontre sur les champs pétroliers en mer par grande profondeur, c'est à dire notamment au-delà de 1000 m. En effet, la flottabilité nécessaire pour assurer un tensionnement exclusivement par flotteurs, nécessite de transférer des efforts

10 considérables verticalement et transversalement, lesdits efforts verticaux appliqués en tête de riser pouvant atteindre plusieurs centaines de tonnes, notamment de 300 à 500 tonnes.

Dans WO/2001-04454 au nom de la demanderesse, il est décrit un nouveau type de jonction entre le riser et le bidon qui

15 permette de supporter et de transférer de fortes charges tout en palliant les inconvénients des flotteurs précités assemblés autour de ladite conduite par encastrage.

Ce moyen de jonction (riser-flotteur) est simple, flexible et fiable mécaniquement et réduit les phénomènes de fatigue et

20 d'usure dus aux contraintes agissant au niveau de la jonction soumise à des charges de plusieurs centaines de tonnes.

Plus particulièrement, le brevet WO-2001-04454 de la demanderesse, décrit un chapelets de flotteurs entourant un riser vertical, lesdits flotteurs étant équipés à au moins l'une de ses

25 extrémités d'un joint flexible comprenant des butées lamifiées permettant, tout en assurant l'étanchéité et le transfert de charges, de découpler les inerties de la structure dudit flotteur et dudit riser, de telle manière qu'il n'y a quasiment plus de zone d'accumulation de contrainte dans la zone de transition entre ledit flotteur et ledit

30 riser, permettant ainsi de réduire la complexité de la structure de raccordement ainsi que son poids propre, améliorant alors de

manière considérable le rendement du flotteur, c'est à dire sa flottabilité propre par rapport à son poids propre.

Plus précisément encore, dans WO/2001-04454, on décrit des dispositifs de jonction entre riser et flotteur comprenant des butées 5 lamifiées constituées de couches élastomères en sandwich entre des renforts rigides, supportées par des platines dont une première platine est solidaire de la conduite et une deuxième platine est solidaire du flotteur, et lesdites couches d'élastomère et renforts rigides sont :

10 - soit en forme de rondelles superposées,  
- soit de forme tubulaire ou cylindrique, coaxiale adjacente.

Dans WO/2001-04454, la liaison fond-surface est donc continue dans la zone d'installation du flotteur et l'articulation flexible sert à découpler l'inertie dudit flotteur de l'inertie dudit riser.

15 Le courant agit sur la hauteur totale du riser, depuis le fond de la mer jusqu'au niveau de la surface, mais la houle n'agit que dans une zone proche de la surface et décroît de manière sensiblement exponentielle pour devenir quasiment nulle vers 80-120m de profondeur. Ainsi, dans le cas d'un chapelet de flotteurs 20 indépendants les uns des autres tel que décrit dans WO-2001-04454, les flotteurs supérieurs se trouvent soumis à des efforts considérables, tant latéraux que verticaux, car les effets de la houle sont très importants dans les zones proches de la surface, alors que les flotteurs inférieurs sont beaucoup moins sollicités. Les 25 dimensions unitaires des flotteurs sont limitées car ils doivent pouvoir être manipulés à bord de la barge, puis introduits dans le derrick pour être descendus dans la baie de forage. Ainsi, dans les très grandes profondeurs, par exemple 2000 à 3000m, le poids du riser est tel qu'un nombre élevé de flotteurs est requis, par exemple 30 4 ou 5 flotteurs représentant une flottabilité globale de 400 à 500 tonnes et s'étendant sur une hauteur d'environ 100 m.

Chacun de ces flotteurs doit être équipé de butées lamifiées de manière à transférer un minimum de contraintes au riser vertical, qui est un élément très critique de la liaison fond surface, car il doit non seulement résister à des tensions très élevées, mais aussi 5 résister à la pression d'éclatement créée par le fluide transporté, ainsi qu'à pression d'implosion créée par l'eau de mer.

Cette flottabilité répartie en une multitude de flotteurs indépendants nécessite la mise en œuvre de nombreuses butées lamifiées dont le coût est élevé. De plus, la houle crée des efforts 10 différentiels entre deux flotteurs adjacents, efforts qui viennent s'ajouter aux efforts considérables que subit le riser à chaque discontinuité entre riser et flotteur.

On cherche ainsi à minimiser le nombre de flotteurs, mais, lorsqu'ils deviennent de dimensions importantes, la zone de 15 transition entre l'extrémité inférieure du flotteur et le riser concentre des efforts de poussée horizontale considérables qui nécessitent le renforcement dudit riser par une pièce de transition constituée d'une pièce forgée renforcée conique de grande longueur, très difficile à fabriquer et donc très onéreuse, car réalisée en général 20 en un métal à très hautes performances, tel le titane. Lorsque le flotteur est unitaire, cette pièce devient alors énorme lorsque la profondeur d'eau est importante, et les risques de défaillance liés à cette pièce de transition deviennent alors très élevés et donc 25 inacceptables, en raison des risques considérables de pollution en cas de défaillance ou de rupture de ladite liaison fond-surface.

D'autre part, l'intégralité du riser se comporte comme une corde tendue entre le fond de la mer et le point situé à l'axe du système de guidage au niveau du support flottant avec des phénomènes vibratoires de type guitare-pendule. L'eau en 30 mouvement dans la tranche d'eau crée des effets de traînée sur la structure du riser et de ses flotteurs, engendrant de ce fait des efforts importants de direction variable, ainsi que des phénomènes

vibratoires créés par des décrochements tourbillonnaires des particules d'eau en mouvement.

On connaît le brevet WO-2001-53651 de la demanderesse qui décrit un dispositif stabilisateur d'une liaison fond-surface de type 5 riser tensionné par un flotteur, ledit riser tendu étant guidé au niveau d'un support en surface, de préférence en un plan unique. Ce dit dispositif de stabilisation permet d'éviter l'apparition de phénomènes vibratoires de type guitare-pendule, évitant de ce fait les accumulations de fatigue localisée de l'acier rencontrés 10 habituellement dans la zone de transition entre le flotteur inférieur et la portion de riser située juste en dessous dudit flotteur, lesdits phénomènes de fatigue conduisant rapidement à des fissurations puis à une rupture de l'installation.

Ce dit dispositif stabilisateur ne permet pas cependant d'éviter 15 le recours à ces pièces de transition renforcées, en général forgées et de forme conique en acier ou en titane, ces dernières étant particulièrement performantes sur le plan résistance et fatigue, mais particulièrement onéreuses en raison du coût matière et de la complexité de réalisation.

20 Le but de la présente invention est donc de fournir un nouveau type de jonction entre un riser et un flotteur qui améliore le comportement à la fatigue au niveau de la zone la plus sollicitée à l'extrémité inférieure du flotteur en réduisant la probabilité d'occurrence d'un phénomène de destruction du riser et/ou du 25 moyen de jonction à ce niveau.

Un autre but de la présente invention est de fournir un nouveau type de jonction entre un riser et un flotteur qui soit simple à mettre en place lors de la pose d'un dispositif de liaison fond-surface.

30 Un autre but de la présente invention est de fournir un nouveau type de jonction entre un riser et un flotteur qui permette

d'éviter le recours à une pièce de transition renforcée dans la zone entre l'extrémité inférieure du flotteur et la portion du riser située juste en-dessous.

Un autre but de la présente invention est la réalisation de la 5 flottabilité d'un dispositif de liaison fond-surface à partir d'un flotteur unique.

Un autre but de la présente invention est de fournir un nouveau type de jonction entre un riser et un flotteur qui permette de pouvoir contrôler les fissurations éventuelles et donc la perte 10 d'étanchéité au niveau du riser dans ladite zone de jonction et/ou au niveau des moyens de jonction eux-mêmes.

Pour ce faire, la présente invention fournit un dispositif de liaison fond-surface comportant au moins une conduite sous-marine ou riser comprenant au moins un flotteur et pouvant comprendre un 15 flotteur unique, ledit flotteur étant relié à son extrémité inférieure à un dispositif de jonction créant une articulation flexible étanche entre l'extrémité inférieure du flotteur et ledit riser, caractérisé en ce que ledit dispositif de jonction est intercalé entre une partie inférieure de riser descendant vers le fond de la mer et une partie 20 supérieure de riser traversant ledit flotteur et remontant en surface, et ledit dispositif de jonction comprenant au moins :

- une première pièce forgée de révolution solidarisée à l'extrémité supérieure de la partie inférieure du riser, et formant une section de conduite tubulaire interne sensiblement de même 25 diamètre que celui de ladite partie inférieure de riser, et

- une deuxième pièce forgée de révolution solidarisée à l'extrémité inférieure de ladite partie supérieure de riser, et formant une section de conduite tubulaire interne sensiblement de même diamètre que celui de ladite partie supérieure de riser,

30 - les deux dites première et deuxième pièces forgées étant reliées de manière flexible et étanche par au moins une première

bride de révolution solidarisée de manière étanche et réversible à ladite deuxième pièce forgée et reliée à ladite première pièce forgée par au moins une première butée lamifiée de révolution, comprenant une pluralité de couches d'élastomère intercalées entre des renforts 5 rigides, de préférence métalliques, définissant des surfaces de révolution de même axe que l'axe longitudinal de révolution commun ZZ' desdites première et deuxième pièces forgées et dites première bride, lesdites surfaces de révolution étant de forme tronconique ou des surfaces gauches telles que des surfaces de forme de section 10 ellipsoïdale, de préférence sphérique, ou de section parabolique ou hyperbolique.

Cette identité d'axe de symétrie de révolution ZZ' s'entend lorsque le dispositif de jonction est en position de repos.

On entend ici par "surface de révolution de forme de section 15 ellipsoïdale, parabolique ou hyperbolique", une surface de révolution respectivement ellipsoïdale, parabolique ou hyperbolique délimitée par deux plans de section parallèles et perpendiculaires au dit axe de révolution ZZ'.

De par la structure du dispositif de jonction, et notamment la 20 forme des couches élastomères desdites butées lamifiées de forme tronconique ou sphérique, la liaison articulée selon la présente invention autorise des rotations avec un effet auto centreur. Il en résulte que, au total, les contraintes ainsi que les déformations engendrées au niveau desdites butées lamifiées et desdites pièces 25 forgées, sont minimisées et permettent de maintenir ou rétablir en position sensiblement coaxiale, les parties supérieures et inférieures dudit riser.

Ainsi, le dispositif de jonction selon l'invention est apte à assurer la jonction entre le riser et un unique grand flotteur de 30 tensionnement et ce, de manière fiable, alors que les dispositifs de

jonction décrits dans WO/2001-04454, n'étaient appropriés que pour assurer la jonction entre des petits flotteurs disposés en chapelet.

Plus particulièrement, un dispositif de liaison fond-surface selon l'invention comporte une conduite sous-marine ou riser 5 tensionné par au moins un flotteur constitué d'un bidon d'enveloppe cylindrique coaxial entourant ladite conduite, localisé dans la partie haute immergée de ladite conduite, ladite conduite étant de préférence maintenue et guidée par un dispositif de guidage en surface au niveau d'un support flottant, et comportant un dit 10 dispositif de jonction dudit bidon, caractérisé en ce que :

- ladite première pièce forgée présente dans sa partie haute une première surface externe de révolution de préférence de forme tronconique ou de section ellipsoïdale, et

15 - ladite deuxième pièce forgée de révolution solidarisée à l'extrémité inférieure de ladite partie supérieure de riser, de préférence par une soudure, présente dans sa partie basse une première surface inférieure, et

- ladite première bride de révolution présente :

20 ■ une première surface interne de révolution de forme tronconique ou respectivement de section ellipsoïdale, lesdites première surface interne de la première bride et première surface externe de la première pièce forgée étant situées en vis-à-vis et coopérant élastiquement et de manière étanche par l'intermédiaire d'une dite première butée lamifiée de révolution tronconique ou respectivement de 25 section ellipsoïdale comprenant une pluralité de couches d'élastomère en sandwich entre des renforts en matériau rigide en feuilles, notamment de feuilles d'acier, qui adhèrent aux dites première surface interne et première surface externe assurant ainsi la liaison entre ladite première bride de révolution et ladite première pièce 30 forgée, et

- au moins une partie d'une surface supérieure de ladite première bride de révolution coopérant de manière étanche, de préférence par l'intermédiaire d'un joint torique, avec ladite surface inférieure de révolution de ladite deuxième pièce forgée de 5 révolution, lesdites parties de surface supérieure de ladite première bride et dite surface inférieure de ladite deuxième pièce forgée étant solidarisées de manière étanche et réversible, de préférence par boulonnage, et
  - ladite enveloppe externe du flotteur étant solidarisée à une 10 surface supérieure de ladite deuxième pièce forgée ou à une surface supérieure d'une deuxième bride de révolution dont une surface inférieure est elle-même solidarisée de manière étanche et réversible, de préférence par boulonnage et par l'intermédiaire d'au moins un joint torique avec une partie de ladite surface supérieure 15 de ladite première bride.

De préférence, lesdites surfaces supérieure et inférieure desdites première et deuxième brides de révolution et de ladite deuxième pièce forgée sont des surfaces planes annulaires ou des surfaces de révolution, et l'ensemble desdites première et deuxième 20 pièces forgées et dites première, le cas échéant, deuxième bride et l'ensemble desdites surfaces planes annulaires ou de révolution ont le même dit axe de symétrie ou de révolution ZZ' en position de repos.

Plus particulièrement encore, ladite deuxième pièce forgée de 25 révolution comprend dans sa partie basse une deuxième surface externe de révolution de forme tronconique ou de préférence de forme de section ellipsoïdale, et ladite deuxième surface externe de révolution est située en vis-à-vis et coopère élastiquement et de manière étanche avec une deuxième surface interne de révolution 30 de forme tronconique ou respectivement de forme de section ellipsoïdale, ladite deuxième surface interne étant située dans la partie haute de ladite deuxième pièce forgée, et ladite deuxième

surface interne étant reliée à ladite deuxième surface externe par l'intermédiaire d'une deuxième butée lamifiée de révolution constituée d'une pluralité de couches d'élastomère en sandwich entre des renforts rigides en feuilles notamment d'acier de forme 5 tronconique ou respectivement de forme de section ellipsoïdale adhérant sur lesdites deuxième surface externe et deuxième surface interne.

Dans une première variante particulière, l'ensemble desdites première butée et, le cas échéant, deuxième butée de révolution, 10 dite première surface externe de la première pièce forgée, dite première surface interne de la première bride et, le cas échéant, dite deuxième surface externe de révolution de la deuxième pièce forgée et dite deuxième surface interne de révolution de la première pièce forgée sont de forme tronconique de même dit axe de 15 révolution ZZ' et dont l'angle au sommet  $\beta$  est de 30 à 80°, de préférence de 40 à 70°, les sommets des diverses surfaces tronconiques étant situés au-dessous desdites surfaces tronconiques, et les diverses surfaces tronconiques ayant soit un même angle au sommet  $\beta$ , soit un même sommet C.

20 On comprend donc que lesdits troncs de cônes sont évasés dans leur partie supérieure et que lesdits troncs de cônes soit convergent sensiblement en un point unique C, auquel cas ils présentent un angle au sommet  $\beta$  variable d'un cône à l'autre, soit leur angle au sommet est constant, leurs sommets étant alors 25 répartis sensiblement le long dudit axe de révolution ZZ'.

Dans une seconde variante particulière et préférée, l'ensemble desdites première butée et, le cas échéant, deuxième butée de révolution, dite première surface externe de la première pièce forgée, dite première surface interne de la première bride et, le cas 30 échéant, dite deuxième surface externe de révolution de la deuxième pièce forgée et dite deuxième surface interne de révolution de la première pièce forgée sont de forme de section

ellipsoïdale, de préférence de section sphérique, toutes sensiblement centrées sur le même point O situé au-dessus desdites surfaces sur ledit axe de révolution ZZ'.

De par sa composition intercalée entre deux parties de riser 5 d'une part et comprenant différentes pièces forgées et brides solidarisées les unes aux autres, le dispositif de jonction selon la présente invention est particulièrement aisé à mettre en place lors de l'installation du dispositif de liaison fond-surface.

D'autre part et surtout, le dispositif de jonction selon la 10 présente invention fournit une articulation flexible étanche particulièrement efficace, car lors des mouvements dus à la houle et aux courants du flotteur associé au riser 1, la liaison articulée entre le flotteur et le riser autorise des rotations tout en maintenant la partie inférieure du riser en tension. En effet, la forme selon 15 l'invention, de préférence sphérique de ladite première butée lamifiée a un effet auto-centreur et l'intégralité de la force de tensionnement créée par le flotteur qui peut dépasser 500 tonnes, est transférée au riser de manière uniformément répartie, par simple déformation. Lorsque le dispositif de liaison prend un angle  $\alpha$ , les 20 déformations des butées lamifiées restent sensiblement uniformes et les contraintes engendrées au sein des divers éléments de la butée lamifiée reste elle aussi sensiblement uniforme.

De préférence, ledit angle  $\alpha$  résultant de la déformation de la butée lamifiée est compris entre 0 et 5°.

25 On comprend que, lorsque l'on dit dans la présente demande que les axes de révolution des différentes pièces, brides et surfaces sont les mêmes, on entend que les axes de révolution desdites première et deuxième pièces forgées coïncident et partant ceux des brides et surfaces de révolution également, lorsque la structure est 30 au repos, c'est-à-dire en l'absence de flexion autorisée par ledit dispositif d'articulation flexible selon l'invention.

Ladite deuxième butée lamifiée complète l'effet d'auto centrage et de reprise de charge de ladite première butée lamifiée tout en complétant également le rôle d'étanchéité primaire, de sorte que dans un mode de réalisation avantageux, lesdites première et 5 deuxième pièces forgées et ladite première bride délimitent une première chambre interne qui, de préférence, coopère avec des moyens de contrôle de pression à l'intérieur de ladite chambre.

Plus précisément, ladite première chambre est délimitée par la partie haute de ladite première pièce forgée et par les parties libres 10 desdites surfaces de révolution inférieure de ladite deuxième pièce forgée, dite première surface de révolution interne de ladite première bride, et dite deuxième surface de révolution externe de ladite deuxième pièce forgée.

Cette dite chambre interne équipée de moyens de contrôle de 15 pression permet de contrôler les dégradations et/ou pertes d'étanchéité au niveau d'une desdites butées lamifiées, ou encore des fissurations d'une des pièces constitutives du dispositif de jonction par articulation étanche et/ou du riser. La pression de ladite chambre évoluant, les opérateurs sont alors avertis d'un 20 danger imminent et peuvent intervenir de par la constitution générale dudit dispositif de jonction comprenant plusieurs pièces et brides solidarisées de manière réversible.

Selon un mode de réalisation avantageux, ladite partie de surface supérieure de la première bride et ladite surface inférieure 25 de la deuxième pièce forgée et, le cas échéant, ladite surface inférieure de la deuxième bride de révolution sont des surfaces planes annulaires.

Dans une version préférée de réalisation de l'invention, ladite enveloppe externe du flotteur est solidaire d'une deuxième conduite 30 interne de plus grand diamètre que ledit riser, de préférence ladite deuxième conduite interne étant une conduite renforcée de plus grande épaisseur que ledit riser, et en ce qu'il comprend une dite

deuxième bride de révolution à laquelle l'extrémité inférieure de ladite enveloppe extérieure du flotteur et l'extrémité inférieure de ladite deuxième conduite interne sont solidarisées de préférence par des soudures, ladite deuxième bride entourant ladite deuxième 5 pièce forgée de sorte qu'une deuxième chambre interne est délimitée par une surface interne de révolution de ladite deuxième bride, ayant le même dit axe de révolution ZZ', par ladite surface supérieure de révolution de ladite deuxième pièce forgée, par les surface externe cylindrique de ladite partie supérieure de riser et 10 surface interne cylindrique de ladite deuxième conduite interne, et par une bride de fermeture à l'extrémité supérieure desdites deuxième conduite interne et partie supérieure de riser, ladite deuxième chambre coopérant de préférence avec des moyens de contrôle de la pression à l'intérieur de ladite deuxième chambre.

15 Ce mode de réalisation permet de contrôler et mettre en évidence des fuites causées par des fissurations au niveau des différents constitutifs du dispositif de jonction et des risers et conduites, ou encore des simples défauts d'étanchéité tout en maintenant la flottabilité assurée par le flotteur.

20 De préférence encore, ladite deuxième conduite interne se prolonge au-dessus dudit flotteur, de préférence sous forme d'une conduite renforcée de plus grande épaisseur que ledit riser qu'elle entoure, et de préférence, un dispositif de maintien et de guidage assure le guidage de ladite deuxième conduite interne au niveau 25 dudit support flottant.

D'autre part, ladite conduite interne renforcée se prolongeant au-dessus dudit riser coopère avec le dispositif de maintien et de guidage pour soulager ladite partie supérieure de riser en partie immergée et éviter notamment les phénomènes de flambage de 30 celle-ci dus à la pression et à la température du fluide circulant à l'intérieur éventuellement.

Selon la présente invention, l'extrémité supérieure du flotteur peut être solidaire de la partie supérieure du riser ou de ladite deuxième conduite interne par l'intermédiaire d'une jonction rigide.

Dans un mode de réalisation avantageux, ledit flotteur est un flotteur unique et s'étend sur une longueur de 40 à 100 m pour conférer une flottabilité permettant de tensionner l'intégralité de la liaison fond-surface, de préférence ledit flotteur étant réalisé par des tronçons assemblés entre eux, constitués par des caissons cylindriques, de préférence individuellement hermétiques, et solidarisés mécaniquement l'un à l'autre dans la direction longitudinale ZZ'.

Avantageusement encore, la flottabilité de ladite conduite sous-marine est assurée par ledit flotteur sans adjonction de système de tensionnement complémentaire solidaire du support flottant.

L'introduction du dispositif de jonction à articulation flexible étanche selon la présente invention au bas du flotteur ne modifie pas sensiblement le comportement du dispositif de liaison en ce qui concerne les phénomènes de vibration de type pendule-guitare décrits dans WO/2001-53651, de sorte que l'on élimine avantageusement l'apparition de tels phénomènes si le dispositif selon l'invention comporte des moyens de stabilisation dans la partie basse du flotteur ayant pour effet d'augmenter la masse d'eau entraînée au cours de son mouvement, ou abaissant le centre de gravité de la partie supérieure de la conduite au niveau du flotteur.

Plus particulièrement, le dispositif selon l'invention comporte un moyen de stabilisation comprenant une rampe hélicoïdale entourant ledit flotteur dans sa partie basse proche de son extrémité inférieure, et /ou une masse additionnelle périphérique située autour de la partie basse du flotteur.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront à la lumière de la description détaillée qui va suivre, en référence aux figures suivantes dans lesquelles :

- la figure 1 est une vue de côté d'un dispositif de liaison fond-surface selon l'invention,
- les figures 2 et 3 sont des vues en coupe au niveau de la partie basse du flotteur, détaillant les divers éléments constitutifs d'un dispositif de jonction à articulation étanche flexible selon l'invention,
- les figures 4 et 5 sont des vues en coupe de deux autres modes de réalisation d'un dispositif de jonction à articulation flexible et étanche selon la présente invention,
- la figure 6 est une vue en coupe d'un dispositif selon l'invention conforme à la figure 2, comportant en outre un train de tiges en cours d'opération de forage d'un puits,
- la figure 7 est une vue en coupe d'un dispositif selon l'invention conforme à la figure 2, comportant en outre un second riser de sécurité à l'intérieur duquel est installée une ligne de production,
- la figure 8 est une vue de côté similaire à la figure 1, le dispositif de liaison fond-surface étant équipé d'une masse complémentaire à la partie inférieure du flotteur à proximité du dispositif de jonction à articulation flexible étanche,
- la figure 9 est une vue de côté similaire à la figure 1, le dispositif de liaison fond-surface étant équipé d'ailettes anti-vortex installées dans la partie basse du flotteur caissonné à proximité du dispositif de jonction à articulation flexible étanche selon l'invention,
- la figure 10 représente une variante de liaison de la première butée lamifiée avec la première bride,

- la figure 11 représente une variante de réalisation avec des surfaces de forme tronconique.

Sur la figure 1, est représenté un dispositif de liaison fond-surface selon l'invention comprenant un riser 1 équipé d'un flotteur 2 caissonné 5 réalisé en tronçons 2<sub>1</sub>-2<sub>7</sub> aptes à être manipulés à bord d'une barge ou support flottant 10 en vue d'y être assemblés notamment au sein de la baie de forage 12 et constituant ainsi un flotteur unique. En effet, plus précisément, les tronçons sont constitués par des caissons cylindriques individuellement 10 hermétiques 2<sub>1</sub>-2<sub>7</sub>, solidarisés mécaniquement les uns aux autres dans la direction longitudinale ZZ'. Ledit flotteur 2 s'étend sur une longueur de 40 à 100 m pour conférer une flottabilité permettant de tensionner l'intégralité de la liaison fond-surface.

Le flotteur 2 est donc constitué globalement d'un bidon 15 d'enveloppe essentiellement cylindrique 20 coaxiale entourant la partie supérieur 1b du riser 1, localisé dans la partie haute immergée de la conduite 1. Le riser débouche en surface à l'intérieur d'une baie de forage 2 d'un support flottant ou barge 10 supportant des équipements de traitement 11. La partie inférieure 20 1a du riser 1 qui s'étend dessous le flotteur 2 est de diamètre sensiblement constant jusqu'au fond de la mer.

La partie supérieure 1b de riser au-dessus du flotteur 2 est entourée d'une conduite renforcée 3 solidaire dudit flotteur 2. Ainsi, c'est ladite conduite renforcée 3 qui est maintenue et guidée par un 25 système de guidage comprenant un dispositif connu à rouleau 4 solidaire d'une structure 6 assurant sa liaison avec ladite barge 10. Ce dispositif de guidage 4 permet le coulissolement de la conduite renforcée 3 et donc dudit riser selon son axe longitudinal et guide ses déplacements latéraux dans un plan horizontal perpendiculaire 30 audit axe longitudinal ZZ' du riser 1.

Sur la figure 1, on a schématisé un dispositif de jonction 8 créant une articulation flexible étanche entre l'extrémité inférieure

du flotteur 2 et ledit riser 1. L'extrémité supérieure du flotteur 2 est elle solidaire de ladite conduite renforcée 3 par l'intermédiaire d'une jonction rigide 8<sub>1</sub>.

Sur les figures 2 et 3, on a représenté un mode préféré de 5 réalisation d'un dispositif de jonction 8 à articulation étanche et flexible selon l'invention.

Le dispositif de jonction 8 selon l'invention est intercalé entre une partie inférieure 1a de riser descendant vers le fond de la mer et une partie supérieure 1b de riser traversant le flotteur 2 et 10 remontant en surface.

Ci-après, on entend par «forme de section sphérique centrée en O» une forme s'inscrivant dans une enveloppe de section sphérique constituée par la surface de révolution délimitée par deux plans de section horizontale parallèles et situés dans un même 15 hémisphère d'une sphère de centre O, ledit centre O étant placé au-dessus desdits plans de section horizontale parallèles.

Le dispositif de jonction 8 sur les figures 2 et 3 comprend :

- une première pièce forgée de révolution 22 dont l'extrémité inférieure est solidarisée par soudure 22a à l'extrémité supérieure 20 de la partie inférieure 1a du riser, cette première pièce forgée de révolution 22 formant une section de conduite tubulaire interne 22<sub>3</sub> sensiblement de même diamètre que celui de ladite partie inférieure 1a de riser à laquelle elle est solidarisée par soudure périphérique complète 22a ; ladite première pièce forgée 22 présente dans sa 25 partie haute un évasement formant une surface extérieure convexe de révolution 22<sub>1</sub> de forme de section sphérique centrée en un point O situé sensiblement sur l'axe longitudinal ZZ' dudit riser et une deuxième surface interne concave de révolution 22<sub>2</sub> de forme de section sphérique de plus grand diamètre que le diamètre interne du 30 riser 1 et de plus petit diamètre que ladite surface extérieure

convexe de révolution 22<sub>1</sub>, sensiblement centrée sur le même point O,

5 - une deuxième pièce forgée de révolution 24 dont l'extrémité supérieure est soudée 24a sur toute sa périphérie à l'extrémité inférieure de ladite partie supérieure 1b de riser, ladite deuxième pièce forgée de révolution 24 formant une section de conduite tubulaire interne 24<sub>4</sub>, sensiblement de même diamètre que celui de ladite partie supérieure 1b de riser ; ladite deuxième pièce forgée de révolution 24 présentant en outre dans sa partie basse une 10 première surface inférieure 24<sub>1</sub>, comprenant une partie annulaire plane, ainsi qu'une deuxième surface extérieure convexe 24<sub>3</sub> de forme de section sphérique de plus petit diamètre que celui de ladite section sphérique de ladite surface interne concave 22<sub>2</sub>, sensiblement centrée sur le même point O que les autres dites 15 surfaces de section sphérique 22<sub>1</sub>, 22<sub>2</sub>, ladite deuxième surface extérieure convexe 24<sub>3</sub> étant située à un niveau dessous ladite première surface inférieure 24<sub>1</sub> et constituant en fait l'extrémité inférieure de la surface extérieure de ladite deuxième pièce forgée 24.

20 - une première bride de révolution 23 qui présente une première surface interne concave 23<sub>1</sub> de révolution de section sphérique sensiblement centrée au même point O que lesdites autres surfaces de section sphérique 22<sub>1</sub>, 22<sub>2</sub> et 24<sub>3</sub>, et ladite première bride de révolution 23 comprend également une surface 25 supérieure plane annulaire 23<sub>2</sub>;

- une deuxième bride de révolution 21 comprenant une surface inférieure plane annulaire 21<sub>2</sub>, ainsi qu'une surface extérieure supérieure plane annulaire 21<sub>1</sub> et une surface intérieure de révolution 21<sub>3</sub>.

30 Ladite deuxième bride de révolution 21 assure la liaison entre l'extrémité inférieure de l'enveloppe externe cylindrique 20 du flotteur 2 et une conduite interne 3 du même flotteur qui renferme

en son sein coaxialement ladite partie supérieure 1b de riser 1. Ladite conduite interne 3 est une conduite renforcée de plus grand diamètre et de plus grande épaisseur que le riser 1 est en fait une conduite renforcée de plus grande épaisseur que le riser 1 et se 5 prolonge à son extrémité supérieure pour assurer la protection du riser 1 au niveau du dispositif de maintien et de guidage 4 dans la baie de forage 12. Ladite deuxième bride de révolution 21 est solidarisée à l'extrémité inférieure de l'enveloppe extérieure 20 par une soudure périphérique 21b et à l'extrémité inférieure de ladite 10 deuxième conduite interne 3 par une soudure périphérique 21a. Ladite deuxième bride de révolution 21 entoure ladite deuxième pièce forgée 24.

Les différentes pièces forgées 22 et 24 et brides 21, 23 sont assemblées et coopèrent de la façon suivante pour réaliser un 15 dispositif de jonction à articulation étanche et flexible :

- Lesdites premières surfaces internes concaves 23<sub>1</sub> de la première bride 23 et première surface externe convexe 22<sub>1</sub> de la première pièce forgée 22 coopèrent élastiquement et de manière étanche par l'intermédiaire d'une première butée lamifiée de 20 révolution 30 de forme de section sphérique centrée sensiblement sur le même point O, comprenant une pluralité de couches d'élastomère en sandwich entre des renforts de feuilles d'acier dont les feuilles d'extrémité adhèrent aux dites première surface interne concave 23<sub>1</sub> et première surface externe convexe 22<sub>1</sub>, assurant 25 ainsi une liaison directe à articulation étanche et flexible entre ladite première bride de révolution 23 et ladite première pièce forgée 22 ;

- Ladite surface supérieure plane annulaire 23<sub>2</sub> de la première bride 23 est solidarisée de manière étanche et réversible avec la 30 partie plane de la surface inférieure 24<sub>1</sub> de la deuxième pièce forgée 24 par boulonnage dans des perçages 27 dans lesdites

premières brides 23 et pièces forgées 24, l'étanchéité étant assurée par des joints toriques intercalés 28.

5 - Ladite surface supérieure plane 23<sub>2</sub> de ladite première bride de révolution 23 est également solidarisée de manière étanche et réversible avec la surface inférieure plane annulaire 21<sub>2</sub> de ladite deuxième bride de révolution 21, par boulonnage dans des percements 25 dans lesdites première et deuxième brides 21 et 23, l'étanchéité étant réalisée par des joints toriques 28 intercalés entre lesdites surfaces 23<sub>2</sub> et 24<sub>1</sub>.

10 - Ladite deuxième surface interne concave de révolution 22<sub>2</sub> de forme de section sphérique de ladite première pièce forgée 22 est reliée à ladite deuxième surface externe convexe 24<sub>3</sub> de ladite deuxième pièce forgée 24 par l'intermédiaire d'une deuxième butée lamifiée de révolution 31 constituée d'une pluralité de couches 15 d'élastomère en sandwich entre des renforts rigides en feuilles d'acier, les renforts d'extrémité adhérant sur lesdites deuxième surface externe convexe 24<sub>3</sub> et surface interne concave 22<sub>2</sub>, assurant ainsi une liaison directe flexible et étanche entre les deux pièces forgées 22 et 24.

20 Les butées lamifiées à couches d'élastomère et renforts rigides sont bien connues de l'homme de l'art.

On comprend que lesdites surfaces de section sphérique concaves et convexes sont à concavité tournée vers le haut et respectivement convexité tournée vers le bas, c'est-à-dire 25 s'inscrivent dans une hémisphère à section horizontale inférieure.

Sur les figures 2 et 3, une première chambre interne étanche 40 est délimitée par la bordure supérieure 22<sub>4</sub> de ladite première pièce forgée 22 ainsi que les côtés desdites première et deuxième butées lamifiées 30 et 31 et les parties libres des surfaces 30 inférieures 24<sub>1</sub> de la deuxième pièce forgée 24, dite première surface de révolution interne concave 23<sub>1</sub> de la première 23 et dite

deuxième surface de révolution externe convexe 24<sub>3</sub> de la deuxième pièce forgée 24. La chambre 40 est équipée d'un contrôle de pression, par exemple un manomètre 42 extérieur relié à la chambre 40 par un conduit 41 à travers la bride 23 ou encore d'un capteur de 5 pression relié à la cabine de contrôle de la barge.

Une deuxième chambre étanche 45 est délimitée par la bride de fermeture supérieure 5, les surface externe cylindrique 1<sub>1</sub> de la partie supérieure 1b de riser, surface interne cylindrique 3<sub>1</sub> de la conduite interne renforcée 3 ainsi que les surfaces interne de 10 révolution 21<sub>3</sub> de la deuxième bride 21 et surface externe supérieure 24<sub>2</sub> de la deuxième pièce forgée 24. La deuxième chambre 45 coopère également avec un manomètre ou capteur de pression extérieure relié à ladite chambre par un conduit 48 à travers la bride 21.

15 Lors des mouvements dus à la houle et aux courants du flotteur 2 associé au riser 1, le dispositif de liaison articulé 8 entre flotteur et riser autorise des rotations tout en maintenant la partie inférieure 1a du riser en tension. En effet, la forme sphérique des dites première et deuxième butées lamifiées 30 et 31 a un effet auto 20 centreur et l'intégralité de la force de tensionnement créée par le flotteur, qui peut déplacer 500 tonnes, est transférée au riser par simple déformation desdites butées lamifiées en compression.

La deuxième butée lamifiée 31 joue principalement un rôle 25 d'étanchéité primaire, l'essentiel du transfert de charge verticale étant assuré par la première butée lamifiée 30.

Ladite conduite renforcée 3 au sommet du flotteur 2 peut être assemblée à une deuxième conduite interne 3 à l'intérieur du flotteur, celle-ci pouvant être non renforcée, l'assemblage étant effectué de manière conventionnelle avec des raidisseurs car les 30 efforts dans cette zone sont beaucoup moins importants que dans la partie basse.

Dans une version simplifiée de l'invention détaillée sur la figure 4, la deuxième butée lamifiée d'étanchéité primaire 31 de la figure 3 a été supprimée. La première butée lamifiée 30 joue alors le rôle d'étanchéité principale et assure le transfert des charges 5 verticales et horizontales entre le flotteur et le riser. Dans cette version simplifiée, la chambre de contrôle de pression 40 des figures 2 et 3 n'existe plus, et il n'est alors plus possible de détecter les fuites à ce niveau.

Dans une autre version simplifiée de l'invention détaillée sur 10 la figure 5, les deuxième pièce forgée 24 et deuxième bride de révolution 21 des figures 2 et 3 sont rassemblées en une unique pièce forgée 24 sur la surface supérieure 24<sub>2</sub> de laquelle sont soudées directement en 24b l'extrémité inférieure de l'enveloppe externe 20 du flotteur 2<sub>7</sub> et l'extrémité inférieure du riser 1b ; dans 15 cette configuration, il n'y a plus de deuxième conduite interne 3 entourant de manière coaxiale ladite partie supérieure 1b du riser 1. Dans cette version simplifiée, la chambre de contrôle de pression 45 des figures 2 et 3 n'existe plus, et il n'est alors plus possible de détecter localement, et de manière simple, les éventuelles fuites du 20 riser dans cette zone.

Dans la figure 3 on a représenté l'ensemble avec une inclinaison de valeur  $\alpha$  entre la portion supérieure 1<sub>b</sub> et la portion inférieure 1<sub>a</sub> du riser.

Dans les descriptions des figures 2 à 4, on a décrit les butées 25 lamifiées comme étant sphériques et comme collaborant avec les portées sphériques des brides et pièces forgées et usinées 22, 23 et 24, l'ensemble des sphères et portées sphériques étant alors décrites comme ayant un centre commun O.

En fait, lors de la fabrication de ces éléments, on peut 30 considérer que ce point O est effectivement commun à chacune des portées sphériques précédemment décrite ; par contre lors de l'installation sur site, les butées lamifiées étant soumises à des

forces considérables, pouvant atteindre et dépasser 500 tonnes, se déformeront de manière très significative, par exemple quelques centimètres, et en conséquence, le centre O de référence de certaines pièces se déplacera verticalement par rapport au centre 5 de référence d'autres pièces. Toutefois, on peut considérer en fait que les centres de référence des diverses portées sphériques restent sensiblement centrés au point commun O. De même, lors des inclinaisons d'un angle  $\alpha$ , tel qu'explicité sur la figure 3 les divers points de référence des portées sphériques se décaleront 10 légèrement latéralement, mais resteront sensiblement centrées en O.

Dans la figure 6 on a représenté le dispositif selon l'invention lors d'une opération de forage dite en simple « casing ». Un train de tiges 50 à l'extrémité inférieure duquel l'outil de forage est installé, 15 est mis en rotation. La boue de forage est injectée sous pression à l'intérieur du train de tige en 51, puis remonte avec les débris de sol dans l'espace annulaire 52 compris entre le riser 1 et le train de tige 50.

Dans la figure 7 on a représenté une variante, dite à « double casing ». A l'intérieur du riser 1, on installe avantageusement une conduite de sécurité 55, constituée de longueurs unitaires raboutées les unes aux autres par vissage. Une ligne de production 20 ou train de tiges 50 est située à l'intérieur de ce casing supplémentaire.

Dans cette configuration, lors des opérations de forage, les 25 boues chargées de débris de sol remontent alors en surface à l'intérieur de ladite conduite de sécurité 55 et ne sont donc pas en contact avec le riser 1, ni avec la butée lamifiée 31. Ce second casing constitue une barrière primaire en cas de montée en 30 pression due à une éruption de puits ou tout autre incident, le riser 1 constituant alors la barrière externe résistant principalement à la pression extérieure due à l'eau de mer, ainsi qu'à la traction

exercée par les bouées de tensionnement. Cette disposition permet d'augmenter considérablement la sécurité de l'installation, par contre elle présente l'inconvénient d'augmenter le poids de l'ensemble qui doit être compensé par une augmentation du volume 5 global de flottabilité.

Sur les figures 6 et 7, les trains de tige 50 et le casing complémentaire 55 sont continus dans la zone de l'articulation flexible située en partie basse du flotteur. En effet, les rotations d'angle  $\alpha$  au niveau du bas du flotteur, tel qu'explicité sur la 10 figure 3, sont très faibles, car elles sont de l'ordre de 2 à 4 degrés au maximum, et lesdits trains de tige 50 et casing complémentaire 55 peuvent, en raison du jeu existant avec le riser 1, prendre, sans contraintes inacceptables, la courbure nécessaire, car ils sont de diamètre beaucoup plus faible.

15 L'introduction d'une articulation étanche 8 au niveau du bas du flotteur ne modifie pas sensiblement le comportement de l'ensemble en ce qui concerne les phénomènes de vibration de type pendule-guitare décrits dans le brevet WO-2001-53651 de la demanderesse, et l'on élimine avantageusement l'apparition de tels phénomènes en 20 installant au plus près de ladite articulation, soit une masse ajoutée périphérique 60 située autour de la partie basse de celle du flotteur 2 telle que décrite sur la figure 8, ou des ailes de type anti-vortex 61 constituant une rampe hélicoïdale 61 entourant ledit flotteur 2 dans sa partie basse 27 proche de son extrémité inférieure 25 telles que décrites sur la figure 9.

A titre illustratif, les dimensions d'un dispositif de jonction 8 selon l'invention représentent :

- entre l'extrémité inférieure de la première pièce forgée 22 et l'extrémité supérieure de la deuxième pièce forgée 24 la distance 30 est d'environ 60cm,

- le diamètre interne du riser 1 est d'environ 400mm,

- le diamètre extérieur des brides desdites première et deuxième brides 21 et 23 est d'environ 140 cm,

5 - le diamètre nominal de la sphère moyenne correspondant à la première butée étanche 30 est d'environ 70 à 90cm et son épaisseur est de 6 à 15cm selon la charge à transmettre et l'angle de débattement  $\alpha$ .

De manière à simplifier la fabrication de la première butée lamifiée 30, la bride 23 sera avantageusement réalisée en deux portions 23<sub>a</sub> et 23<sub>b</sub>, comme explicité sur la figure 10. Un joint torique 23<sub>c</sub> assurera l'étanchéité entre les deux pièces. La forme de révolution des butées lamifiées et des surfaces des diverses brides a été définie comme étant des sphères de centre O, mais on reste dans l'esprit de l'invention si l'on considère des formes coniques comme représenté sur la figure 11.

15 Dans la figure 11, on a représenté une variante de réalisation avec des surfaces de forme sphérique changées en surfaces de forme tronconique.

20 Dans la partie droite de la figure 11, les sommets desdits cônes sont sensiblement convergents en un point unique C, les cônes étant alors tous différents les uns des autres, car ils présentent un angle au sommet  $\beta$  variable d'un cône à l'autre.

25 Dans la partie gauche de la même figure 11, lesdits cônes ont tous un angle au sommet constant  $\beta$  et sont donc tous identiques les sommets des divers cônes sont alors répartis sensiblement sur l'axe ZZ.

Toutefois, on préfère utiliser des formes sphériques, car dans le cas des formes coniques, lorsque l'articulation prend un angle  $\alpha$  important, il peut en résulter des pincement de la butée lamifiée qui ne travaille plus alors de manière homogène.

Lesdites première et deuxième butées lamifiées 30 et 31 autorisent une flexion d'un angle  $\alpha$  par rapport audit axe longitudinal ZZ' d'une valeur de 0 à 5°, le plus souvent de 0 à 2°.

Le dispositif de jonction 8, selon la présente invention, peut 5 être fabriqué et mis en place selon la séquence suivante :

1- On colle une première couche d'élastomère non réticulé ou un premier renfort rigide, de préférence métallique sur ladite première surface interne 23<sub>1</sub> de ladite première bride 23,

10 2- On installe et on colle successivement les diverses couches d'élastomère non réticulé et renfort rigide de ladite première butée lamifiées 30, et

3- On met en place ladite première pièce forgée 22 que l'on colle au niveau de sa dite surface externe 21 sur la dernière couche ou dernier renfort rigide de ladite première butée lamifiée 30,

15 4- On met en place au moins un joint torique 28 sur une dite surface supérieure de révolution 23<sub>2</sub> de ladite première bride 23, et

5- On met en place ladite deuxième pièce forgée 24 en la faisant reposer par sa dite surface inférieure plane 24<sub>1</sub> sur ladite surface supérieure de révolution 23<sub>2</sub> de ladite première bride 23, et

20 6- Le cas échéant, on installe et l'on colle une première couche d'élastomère ou un renfort rigide sur ladite deuxième surface interne 22<sub>2</sub> de ladite première pièce forgée 22 puis on installe successivement les diverses couches d'élastomère non réticulé et divers renforts rigides de ladite seconde butée lamifiée 25 31, et

7- On colle, au niveau de sa dite deuxième surface externe 24<sub>3</sub>, ladite deuxième pièce forgée 24 sur la dernière couche ou dernier renfort de ladite deuxième butée lamifiée 31, et

30 8- On solidarise lesdites première bride et deuxième pièces forgées 24 par boulonnage, et

9- On étuve l'ensemble pour obtenir la réticulation des diverses couches d'élastomère, et

10- On assemble, de manière conventionnelle par soudage, les portions de riser 1a et 1b, respectivement sur les pièces forgées 5 22 et 24, puis

11- L'extrémité inférieure de l'enveloppe du dernier flotteur 20 est soudée à une surface supérieure 24<sub>2</sub> de la deuxième pièce forgée 24 ou à une surface supérieure 21<sub>1</sub> d'une deuxième bride 21, cette dernière présentant une surface inférieure 21<sub>2</sub>, elle-même 10 boulonnée sur une partie périphérique de ladite surface supérieure 23<sub>2</sub> de ladite première bride 23, après mise en place préalable d'au moins un joint théorique 26 entre les deux surfaces.

Dans le cas de butées lamifiées tronconiques, c'est-à-dire avec des renforts métalliques et des couches d'élastomère 15 tronconiques, celles-ci sont plus faciles à réaliser car la surface peut être développée sur un plan, ce qui n'est pas le cas des autres formes qu'elles soient elliptiques, sphériques, paraboliques ou hyperbolique qui nécessitent des opérations d'emboutissage de précision, plus délicates à réaliser.

20 Dans un mode de réalisation avantageux facilitant la mise en place et le montage du dispositif de jonction 8 selon l'invention, ladite première bride 23 comprend deux partie 23a – 23b dont la première partie 23a est une bride de révolution comprenant ladite première surface interne 23<sub>1</sub> et ladite deuxième partie 23b est une 25 bride périphérique comprenant ladite surface supérieure 23<sub>2</sub>, ladite deuxième partie 23b étant solidarisée de manière étanche et réversible avec ladite première partie 23a par l'intermédiaire d'au moins un joint torique 29 par solidarisation de manière étanche et réversible de ladite partie de surface supérieure 23<sub>2</sub> de la première 30 bride 23 avec ladite surface inférieure 24<sub>1</sub> de ladite deuxième pièce forgée 24.

Dans un mode de réalisation avantageux, la mise en place et la fabrication du dispositif de jonction 8 sont réalisées en collant ou adhérant ladite première butée lamifiée 30 sur une première partie 23a de ladite première bride 23, ladite première partie 23a étant 5 une platine de révolution comprenant une surface interne correspondant à ladite première surface interne 23<sub>1</sub> de révolution.

On réalise alors les étapes de montage suivantes :

- 1- On colle ladite première butée lamifiée 30 sur ladite platine 23a,
- 10 2- On colle la première pièce forgée 22 au niveau de sa site surface externe 22<sub>1</sub> sur la face libre de ladite butée lamifiée 30, et
- 3- On colle ladite deuxième butée lamifiée 32 sur ladite deuxième surface interne 22<sub>2</sub> de la deuxième pièce forgée 22, puis
- 15 4- On colle ladite deuxième surface externe de révolution 24<sub>3</sub> de la deuxième pièce forgée 24 sur la face libre de ladite deuxième butée lamifiée 31,
- 5- On passe à l'étuve l'ensemble pour obtenir la réticulation des diverses couches d'élastomère, et
- 20 5- On boulonne une deuxième partie 23b de ladite première bride 23 comprenant ladite partie de surface supérieure 23<sub>2</sub> coopérant de manière étanche par l'intermédiaire d'un joint torique 28 avec ladite surface inférieure 24<sub>1</sub> de la deuxième pièce forgée 24 et ladite deuxième partie 23b de la première bride 23 comprend également une surface concave 23c pouvant coopérer avec la face 25 externe libre de ladite première partie 23a par l'intermédiaire d'un joint torique 29 de manière à ce que, par boulonnage de ladite deuxième partie 23b sur la deuxième pièce forgée 24 et, le cas échéant, sur une dite deuxième bride 21, la première partie 23a de la première bride 23 se trouve également bloquée et l'ensemble du 30 dispositif de jonction 8 ainsi solidarisé.

L'intérêt de ce mode de réalisation est qu'il permet d'inspecter si la réticulation des couches des bords 30a et 31a desdites premières et deuxièmes butées lamifiées 30 et 30 a été correctement réalisée.

5        On a décrit les pièces forgées 22 et 24 ainsi que les brides 21 et 23, comme étant des pièces de révolution, mais on reste dans l'esprit de l'invention si ces pièces présentent extérieurement des formes polygonales ou irrégulières, seules les surfaces 23<sub>1</sub>-22<sub>1</sub>-22<sub>2</sub>-  
10      24<sub>3</sub>, recevant les butées lamifiées doivent soit être sensiblement sphériques de centre O, ou ellipsoïdales, ou encore coniques telles que décrites précédemment.

## REVENDICATIONS

1. Dispositif de liaison fond-surface comportant au moins une conduite sous-marine ou riser (1, 1a-1b) comprenant au moins un flotteur et pouvant comprendre un flotteur unique (2, 2<sub>1</sub>-2<sub>7</sub>), ledit flotteur étant relié à son extrémité inférieure à un dispositif de jonction (8) créant une articulation flexible étanche entre l'extrémité inférieure du flotteur (2) et ledit riser (1a), caractérisé en ce que ledit dispositif de jonction (8) est intercalé entre et solidarisé à une partie inférieure (1a) de riser descendant vers le fond de la mer et une partie supérieure (1b) de riser traversant ledit flotteur et remontant en surface, et ledit dispositif de jonction (8) comprenant au moins :

- une première pièce forgée de révolution (22) solidarisée à l'extrémité supérieure de la partie inférieure (1a) du riser, et 15 formant une section de conduite tubulaire interne (22<sub>3</sub>) sensiblement de même diamètre que celui de ladite partie inférieure de riser, et

- une deuxième pièce forgée de révolution (24) solidarisée à l'extrémité inférieure de ladite partie supérieure (1b) de riser, et 20 formant une section de conduite tubulaire interne (24<sub>4</sub>) sensiblement de même diamètre que celui de ladite partie supérieure (1b) de riser,

- les deux dites première et deuxième pièces forgées (22, 24) étant reliées de manière flexible et étanche par au moins une 25 première bride de révolution (23) solidarisée de manière étanche et réversible à ladite deuxième pièce forgée (24) et reliée à ladite première pièce forgée (22) par au moins une première butée lamifiée de révolution (30), comprenant une pluralité de couches d'élastomère intercalées entre des renforts rigides, de préférence 30 métalliques, définissant des surfaces de révolution de même axe que l'axe longitudinal de révolution commun ZZ' desdites première

et deuxième pièces forgées (22, 24) et dites première bride (23, 23a - 23b), lesdites surfaces de révolution étant de forme tronconique ou des surfaces gauches, telles que des surface de forme de section ellipsoïdale ou de section parabolique ou hyperbolique, ou 5 de préférence de section sphérique.

2. Dispositif de liaison fond-surface selon la revendication 1 comportant une conduite sous-marine ou riser (1, 1a-1b) tensionné par au moins un flotteur (2, 2<sub>1</sub>, 2<sub>7</sub>) constitué d'un bidon d'enveloppe cylindrique (20) coaxial entourant ladite conduite (1b), localisé dans 10 la partie haute immergée de ladite conduite (1, 1a-1b), ladite conduite (1, 1a, 1b) étant de préférence maintenue et guidée par un dispositif de guidage (4, 6) en surface au niveau d'un support flottant (10), et comportant un dit dispositif de jonction (8) dudit bidon (20), caractérisé en ce que :

15 - ladite première pièce forgée (22) présente dans sa partie haute une première surface externe de révolution (22<sub>1</sub>) de préférence de forme tronconique ou de section ellipsoïdale, et

20 - ladite deuxième pièce forgée de révolution (24) solidarisée à l'extrémité inférieure de ladite partie supérieure (1b) de riser, de préférence par une soudure (24a), présente dans sa partie basse une première surface inférieure (24<sub>1</sub>), et

- ladite première bride de révolution (23, 23a - 23b) présente :

25 ■ une première surface interne (23<sub>1</sub>) de révolution de forme tronconique ou respectivement de section ellipsoïdale, lesdites première surface interne (23<sub>1</sub>) de la première bride (23, 23a - 23b) et première surface externe (22<sub>1</sub>) de la première pièce forgée (22) étant situées en vis-à-vis et coopérant élastiquement et de manière étanche par l'intermédiaire d'une dite première butée lamifiée de révolution (30) de forme tronconique ou respectivement de forme de section ellipsoïdale 30 comprenant une pluralité de couches d'élastomère en sandwich entre des renforts en matériau rigide en feuilles, notamment de

feuilles d'acier, qui adhèrent aux dites première surface interne (23<sub>1</sub>) et première surface externe (22<sub>1</sub>) assurant ainsi la liaison entre ladite première bride de révolution (23, 23a - 23b) et ladite première pièce forgée (22), et

5           ■ au moins une partie d'une surface supérieure (23<sub>2</sub>) de ladite première bride (23, 23a - 23b) coopérant de manière étanche, de préférence par l'intermédiaire d'au moins un joint torique (28), avec ladite surface inférieure (24<sub>1</sub>) de ladite deuxième pièce forgée de révolution (24), lesdites parties de surface supérieure (23<sub>2</sub>) de 10 ladite première bride (23, 23a - 23b) et dite surface inférieure (24<sub>1</sub>) de ladite deuxième pièce forgée (24) étant solidarisées de manière étanche et réversible, de préférence par boulonnage (27), et

              - ladite enveloppe externe (20) du flotteur (2) étant solidarisée à une surface supérieure (24<sub>2</sub>) de ladite deuxième pièce forgée (24) 15 ou à une surface supérieure (21<sub>1</sub>) d'une deuxième bride de révolution (21) dont une surface inférieure (21<sub>2</sub>) est elle-même solidarisée de manière étanche et réversible, de préférence par boulonnage (25) et par l'intermédiaire d'au moins un joint torique (26) avec une partie de ladite surface supérieure de révolution (23<sub>2</sub>) 20 de ladite première bride (23, 23a - 23b).

3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que ladite deuxième pièce forgée de révolution (24) comprend dans sa partie basse une deuxième surface externe (24<sub>3</sub>) de forme tronconique ou de préférence de forme de section ellipsoïdale, et 25 ladite deuxième surface externe de révolution (24<sub>3</sub>) est située en vis-à-vis et coopère élastiquement et de manière étanche avec une deuxième surface interne de révolution (22<sub>2</sub>) de forme tronconique ou respectivement de forme de section ellipsoïdale, ladite deuxième surface interne (22<sub>2</sub>) étant située dans la partie haute de 30 ladite deuxième pièce forgée (22), et ladite deuxième surface interne (22<sub>2</sub>) étant reliée à ladite deuxième surface externe (24<sub>3</sub>) par l'intermédiaire d'une deuxième butée lamifiée de révolution (31)

constituée d'une pluralité de couches d'élastomère en sandwich entre des renforts rigides en feuilles notamment d'acier de forme tronconique ou respectivement de forme de section ellipsoïdale adhérant sur lesdites deuxième surface externe (24<sub>3</sub>) et deuxième 5 surface interne (22<sub>2</sub>).

4. Dispositif selon la revendication 2 ou 3, caractérisé en ce que l'ensemble desdites première butée (30) et, le cas échéant, deuxième butée (31) de révolution, dite première surface externe (22<sub>1</sub>) de la première pièce forgée (22), dite première surface interne 10 (23<sub>1</sub>) de la première bride (23, 23a - 23b) et, le cas échéant, dite deuxième surface externe de révolution (24<sub>3</sub>) de la deuxième pièce forgée (24) et dite deuxième surface interne de révolution (22<sub>2</sub>) de la première pièce forgée (22) sont de forme tronconique de même dit axe de révolution ZZ' et dont l'angle au sommet  $\beta$  est de 30 à 15 80°, de préférence de 40 à 70°, les sommets des diverses surfaces tronconiques étant situés au-dessous desdites surfaces tronconiques, et les diverses surfaces tronconiques ayant soit un même angle au sommet  $\beta$ , soit un même sommet C.

5. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé 20 en ce que l'ensemble desdites première butée (30) et, le cas échéant, deuxième butée (31) de révolution, dite première surface externe (22<sub>1</sub>) de la première pièce forgée (22), dite première surface interne (23<sub>1</sub>) de la première bride (23, 23a - 23b) et, le cas échéant, dite deuxième surface externe de révolution (24<sub>3</sub>) de la 25 deuxième pièce forgée (24) et dite deuxième surface interne de révolution (22<sub>2</sub>) de la première pièce forgée (22) sont de forme de section ellipsoïdale, de préférence de section sphérique, toutes sensiblement centrées sur le même point O situé au-dessus desdites surfaces sur ledit axe de révolution ZZ'.

30 6. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que lesdites première et deuxième pièces forgées (22, 24) et ladite première bride (23, 23a - 23b) délimitent une première chambre

interne (40) qui, de préférence, coopère avec des moyens de contrôle de pression (41, 42) à l'intérieur de ladite chambre (40).

7. Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce que ladite première chambre (40) est délimitée par la partie haute de 5 ladite première pièce forgée (22) et par les parties libres desdites surfaces de révolution inférieure (24<sub>1</sub>) de ladite deuxième pièce forgée (24), dite première surface de révolution interne concave (23<sub>1</sub>) de ladite première bride (23, 23a - 23b), et dite deuxième surface de révolution externe convexe (24<sub>3</sub>) de ladite deuxième 10 pièce forgée (24).

8. Dispositif selon l'une des revendications 2 à 7, caractérisé en ce que ladite enveloppe externe (20) du flotteur (2) est solidaire d'une deuxième conduite interne (3) de plus grand diamètre que ledit riser (1, 1b), de préférence ladite deuxième conduite interne 15 (3) étant une conduite renforcée de plus grande épaisseur que ledit riser (1), et en ce qu'il comprend une dite deuxième bride de révolution (21) à laquelle l'extrémité inférieure de ladite enveloppe extérieure (20) du flotteur (2) et l'extrémité inférieure de ladite deuxième conduite interne (3) sont solidarisées de préférence par 20 des soudures (21a, 21b), ladite deuxième bride (21) entourant ladite deuxième pièce forgée (24) de sorte qu'une deuxième chambre interne (45) est délimitée par une surface interne de révolution (21<sub>3</sub>) de ladite deuxième bride (21) de même axe de révolution ZZ', par ladite surface supérieure de révolution (24<sub>2</sub>) de ladite deuxième 25 pièce forgée (24), par les surface externe cylindrique (1<sub>1</sub>) de ladite partie supérieure (1b) de riser et surface interne cylindrique (3<sub>1</sub>) de ladite deuxième conduite interne (3), et par une bride de fermeture (5) à l'extrémité supérieure desdites deuxième conduite interne (3) et partie supérieure (1b) de riser, ladite deuxième chambre (45) 30 coopérant de préférence avec des moyens de contrôle de la pression (47, 48) à l'intérieur de ladite deuxième chambre (45).

9. Dispositif selon l'une des revendications 2 à 8, caractérisé en ce que ladite partie de surface supérieure (23<sub>2</sub>) de la première bride (23, 23a - 23b) et ladite surface inférieure (24<sub>1</sub>) de la deuxième pièce forgée (24) et, le cas échéant, ladite surface inférieure (21<sub>2</sub>) 5 de ladite deuxième bride de révolution (21) sont des surfaces planes annulaires.

10. Dispositif selon la revendication 8 ou 9, caractérisé en ce que ladite deuxième conduite interne (3) se prolonge au-dessus dudit flotteur (2), de préférence sous forme d'une conduite renforcée de plus grande épaisseur que ledit riser (1) qu'elle entoure, et de préférence, un dispositif de maintien et de guidage (4,6) assure le guidage de ladite deuxième conduite interne (3) au niveau dudit support flottant (10).

11. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 10, 15 caractérisé en ce que l'extrémité supérieure du flotteur (2) est solidaire de la partie supérieure (1b) du riser (1) ou de ladite deuxième conduite interne (3) par l'intermédiaire d'une jonction rigide (8<sub>1</sub>).

12. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 11, 20 caractérisé en ce que ledit flotteur (2) est un flotteur unique s'étendant sur une longueur de 40 à 100 m pour conférer une flottabilité permettant de tensionner l'intégralité de la liaison fond-surface, de préférence ledit flotteur (2) étant réalisé par des tronçons assemblés entre eux, constitués par des caissons 25 cylindriques, de préférence individuellement hermétiques (2<sub>1</sub>, 2<sub>7</sub>), et solidarisés mécaniquement l'un à l'autre dans la direction longitudinale ZZ'.

13. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 11, caractérisé en ce que la flottabilité de ladite conduite sous-marine 30 (1) est assurée par ledit flotteur sans adjonction de système de tensionnement complémentaire solidaire du support flottant (10).

14. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 13, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de stabilisation (60, 61) dans la partie basse (2<sub>7</sub>) du flotteur (2) ayant pour effet d'augmenter la masse d'eau entraînée au cours de son mouvement, 5 ou abaissant le centre de gravité de la partie supérieure de la conduite au niveau du flotteur (2).

15. Dispositif selon la revendication 14, caractérisé en ce qu'un moyen de stabilisation comprend une rampe hélicoïdale (61) entourant ledit flotteur (2) dans sa partie basse (2<sub>7</sub>) proche de son 10 extrémité inférieure.

16. Dispositif selon la revendication 14, caractérisé en ce qu'un moyen de stabilisation comprend une masse additionnelle périphérique (60) située autour de la partie basse (2<sub>7</sub>) du flotteur (2).

15 17. Dispositif selon l'une des revendications précédentes caractérisé en ce que ladite première bride (23) comprend deux partie (23a – 23b) dont la première partie (23a) est une bride de révolution comprenant ladite première surface interne (23<sub>1</sub>) et ladite deuxième partie (23b) est une bride périphérique comprenant ladite 20 surface supérieure (23<sub>2</sub>), ladite deuxième partie (23b) étant solidarisée de manière étanche et réversible avec ladite première partie (23a) par l'intermédiaire d'au moins un joint torique (29) par solidarisation de manière étanche et réversible de ladite partie de surface supérieure (23<sub>2</sub>) de la première bride (23) avec ladite 25 surface inférieure (24<sub>1</sub>) de ladite deuxième pièce forgée (24).

1/11

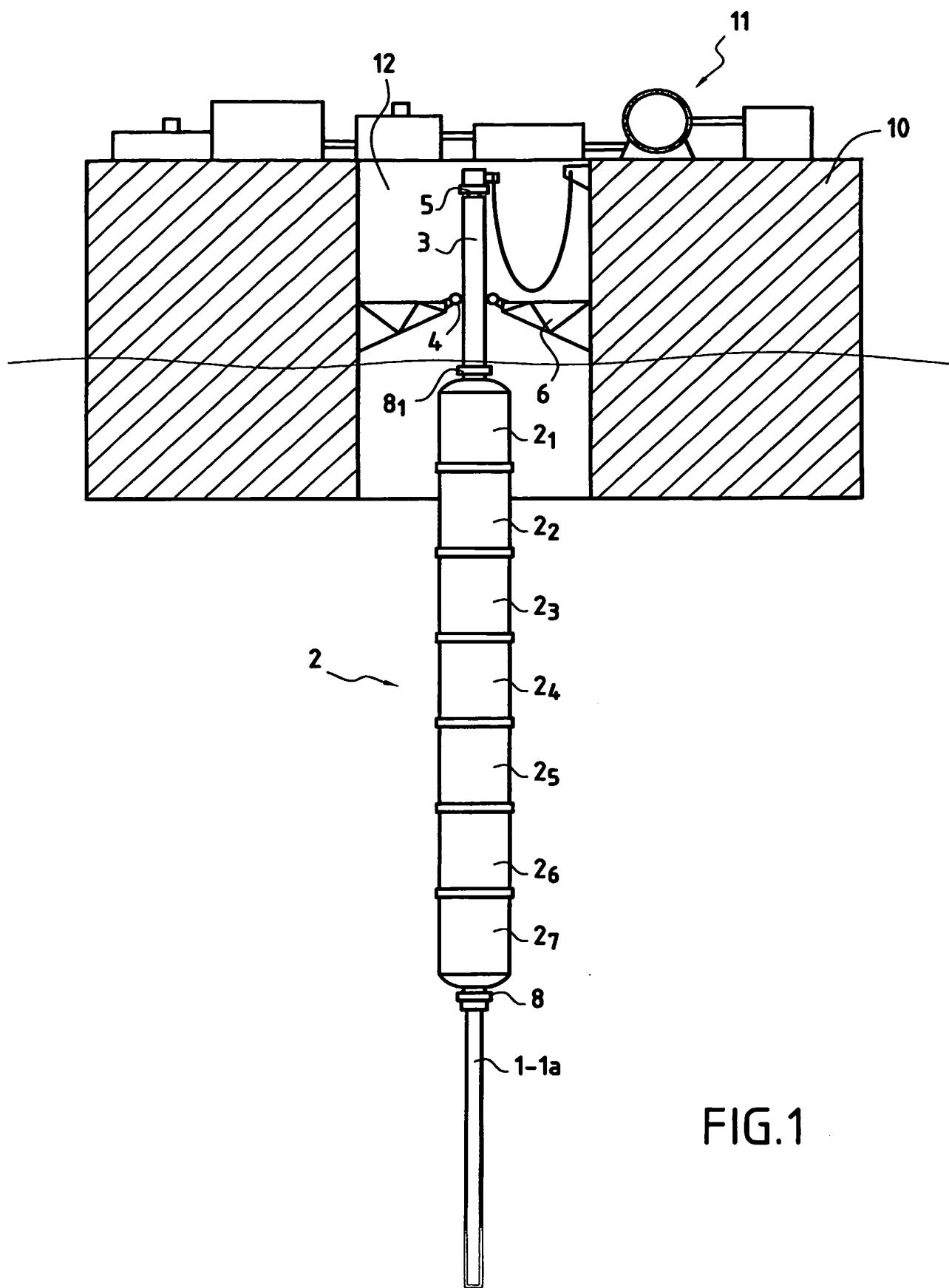
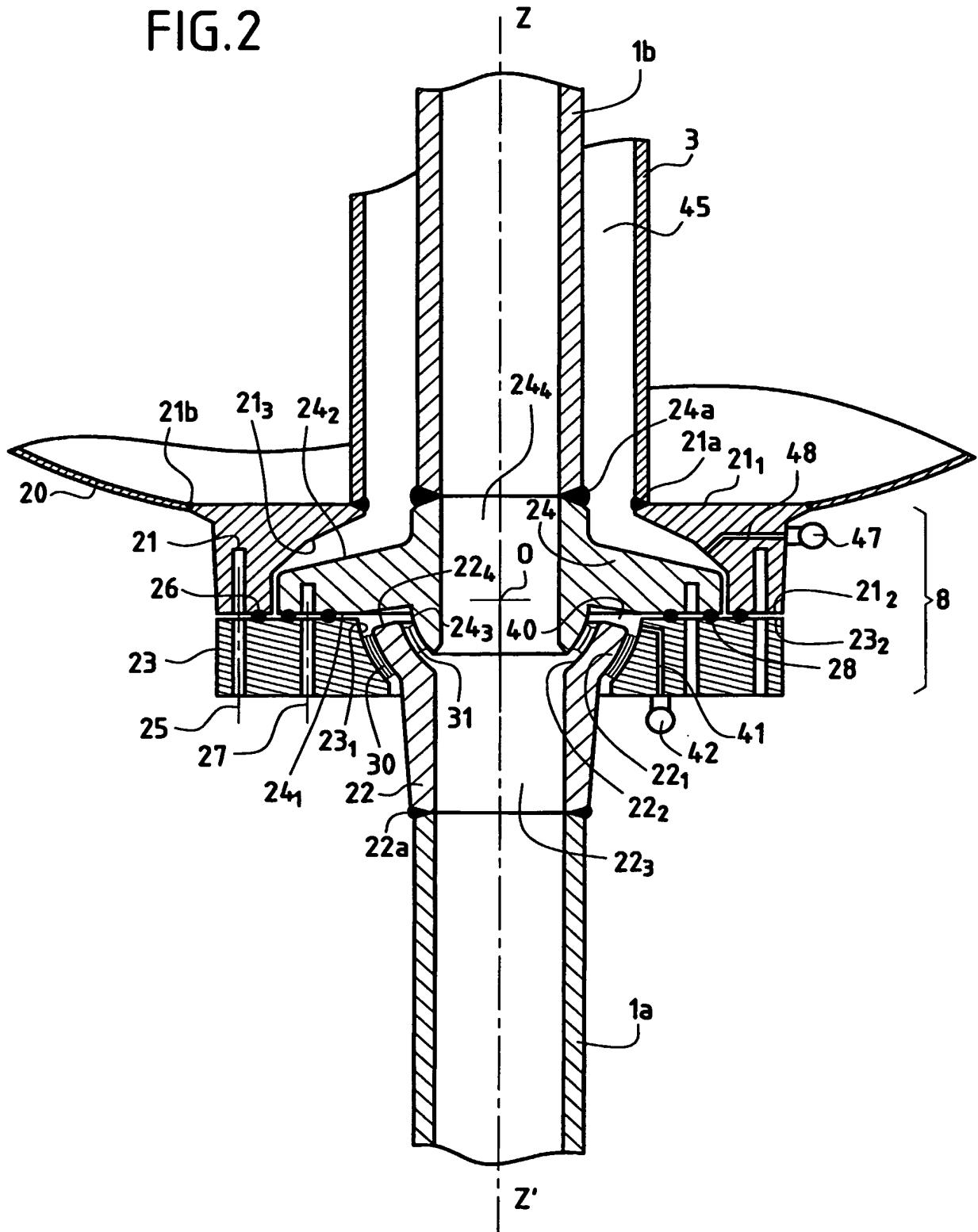


FIG.1

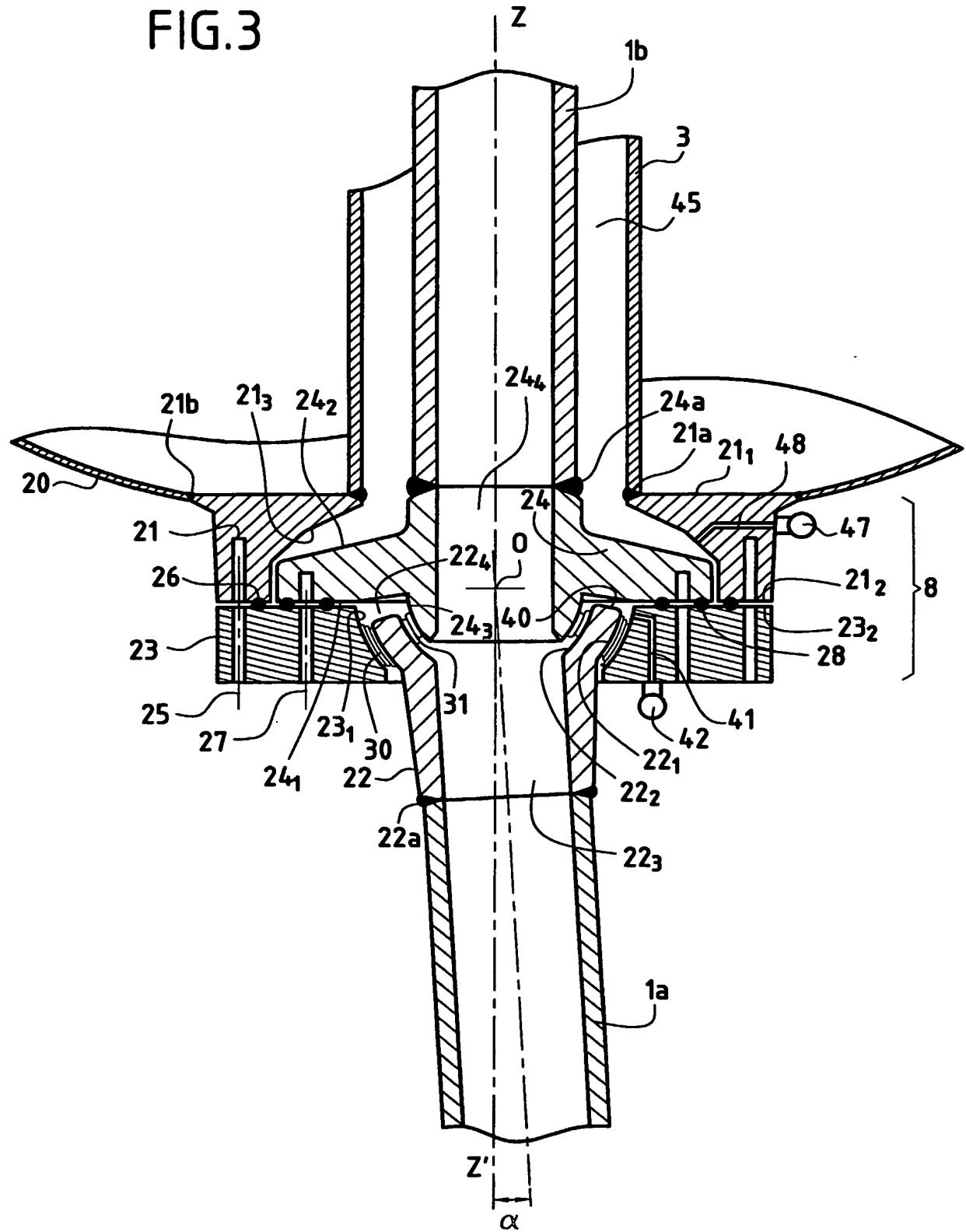
2/11

FIG. 2



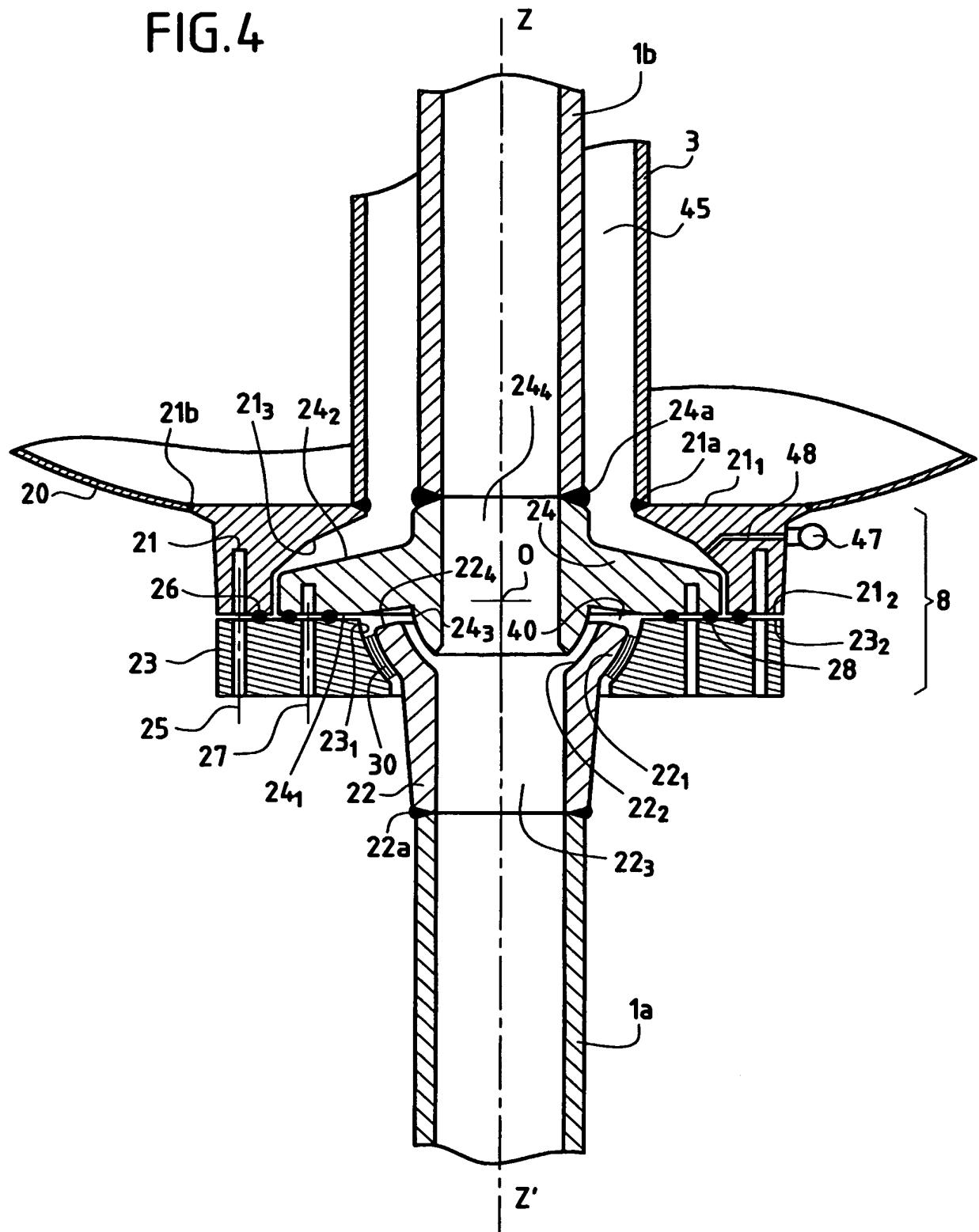
3/11

FIG.3



4/11

FIG.4



5/11

FIG.5

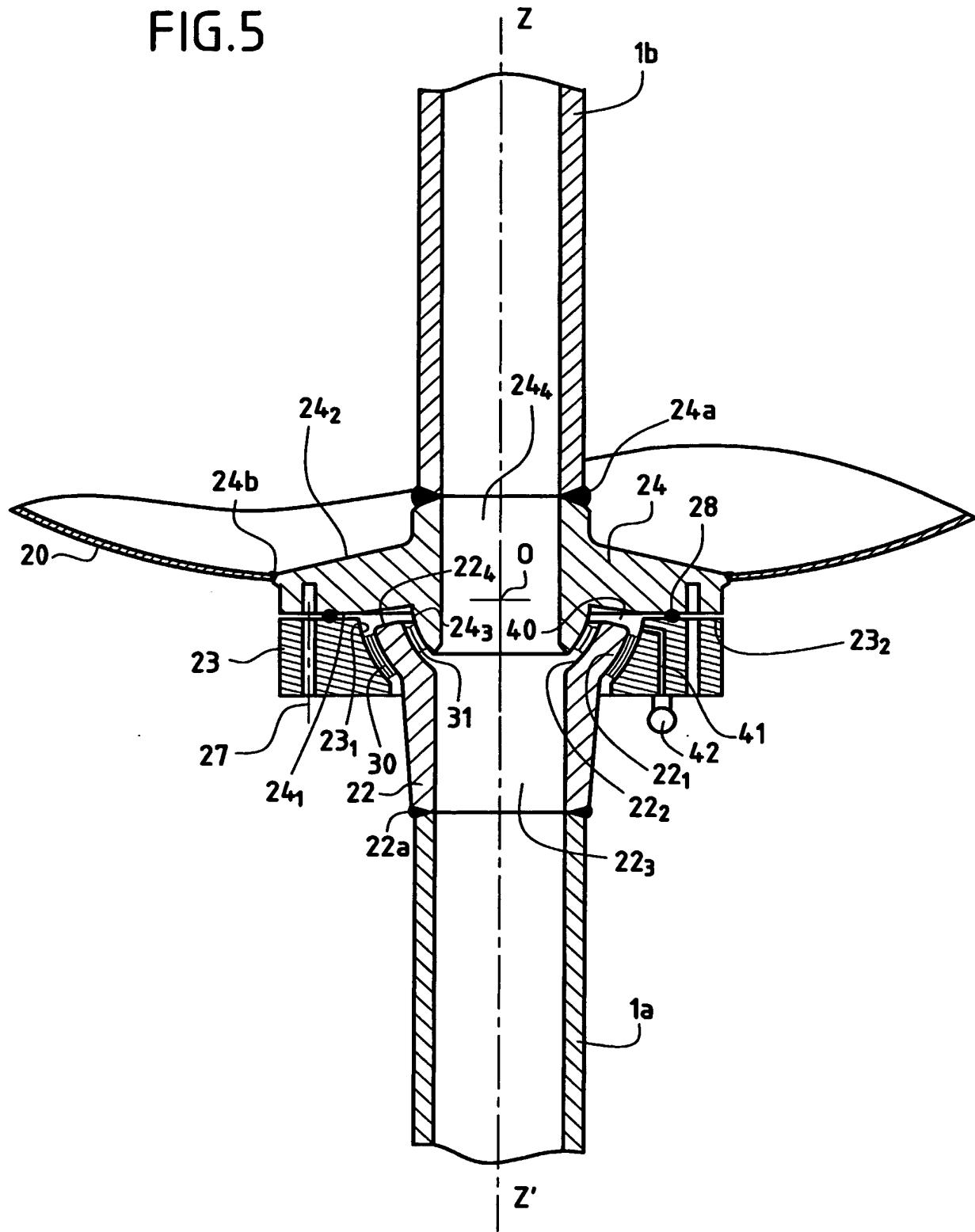


FIG.6

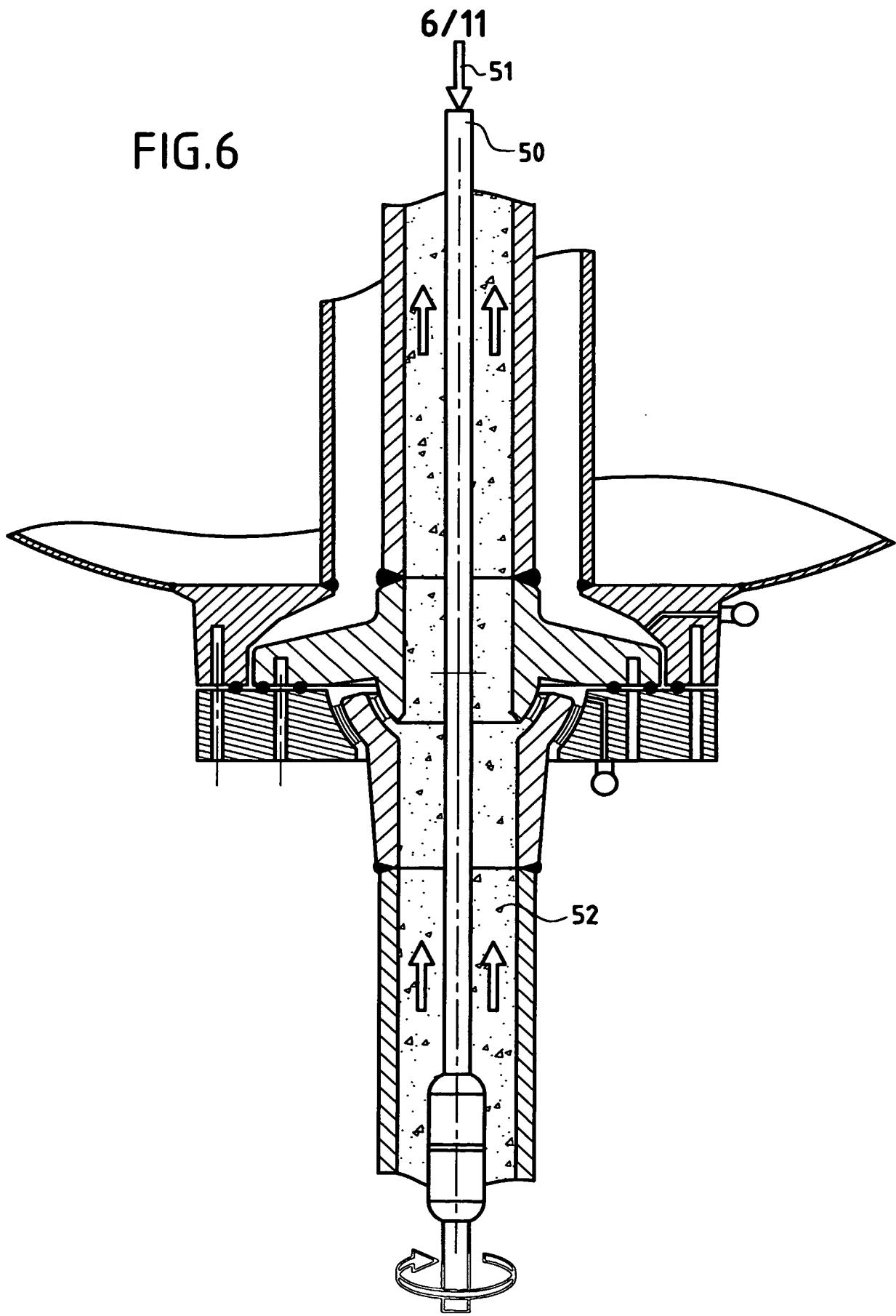
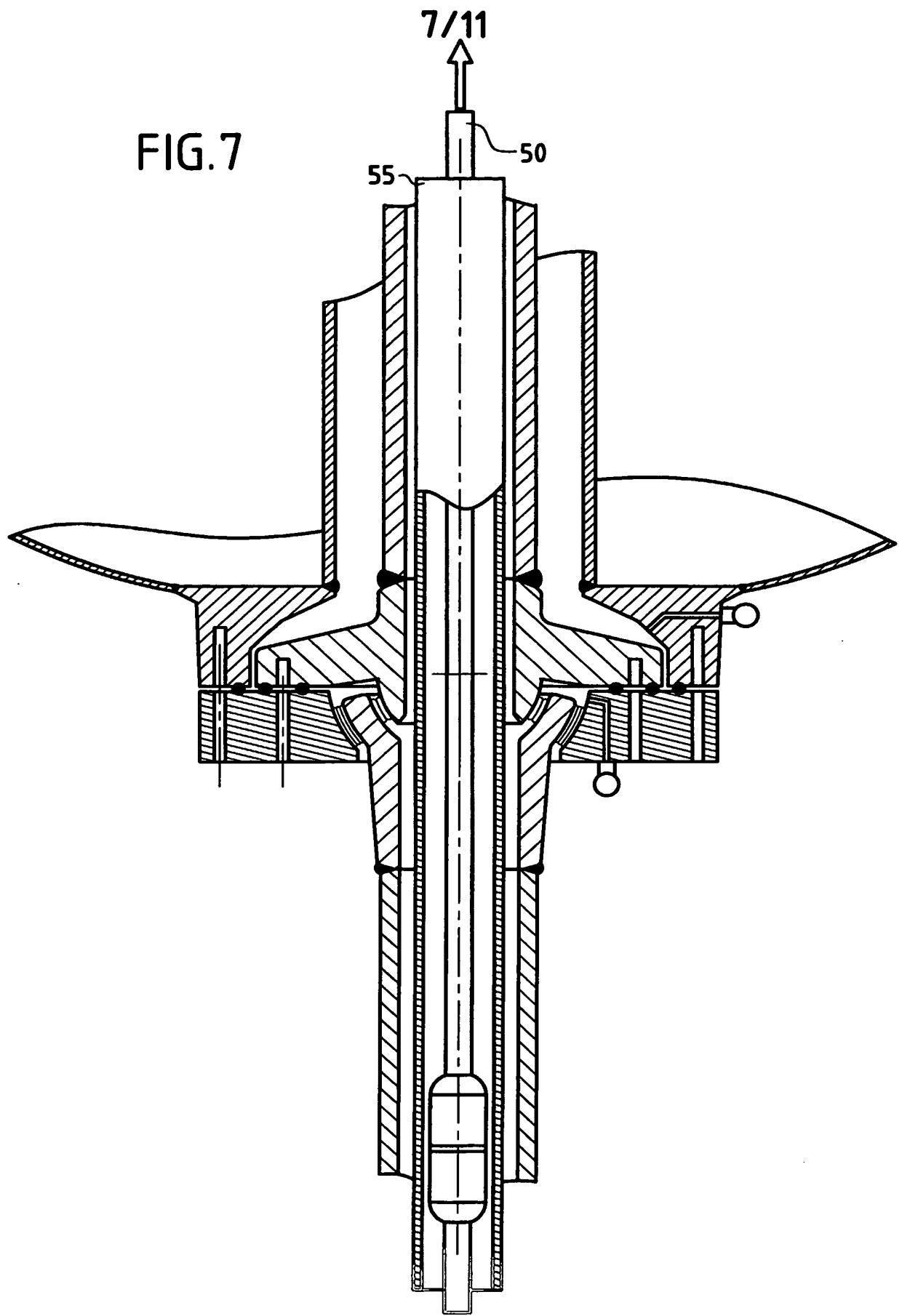


FIG. 7



8/11

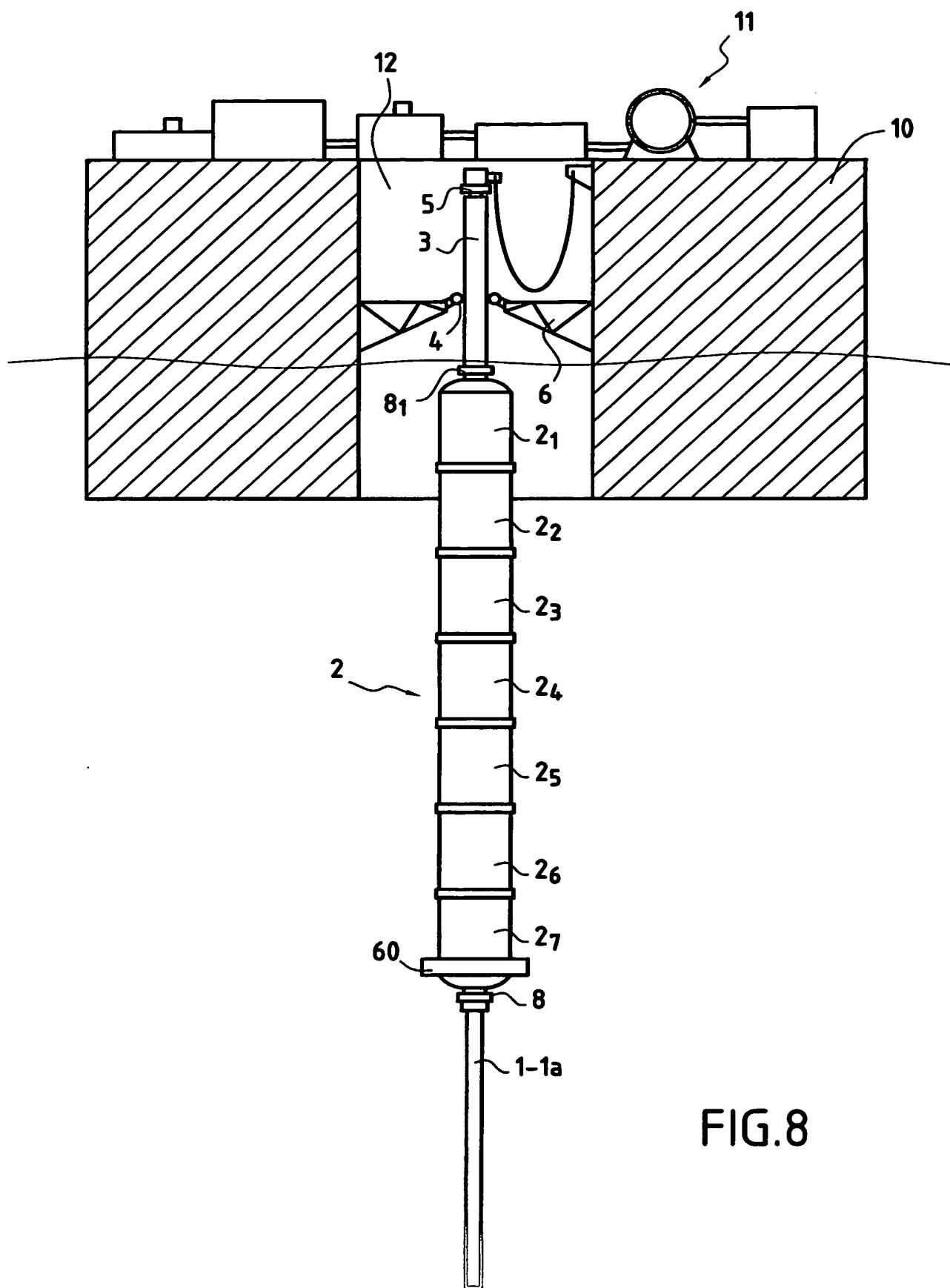


FIG.8

9/11

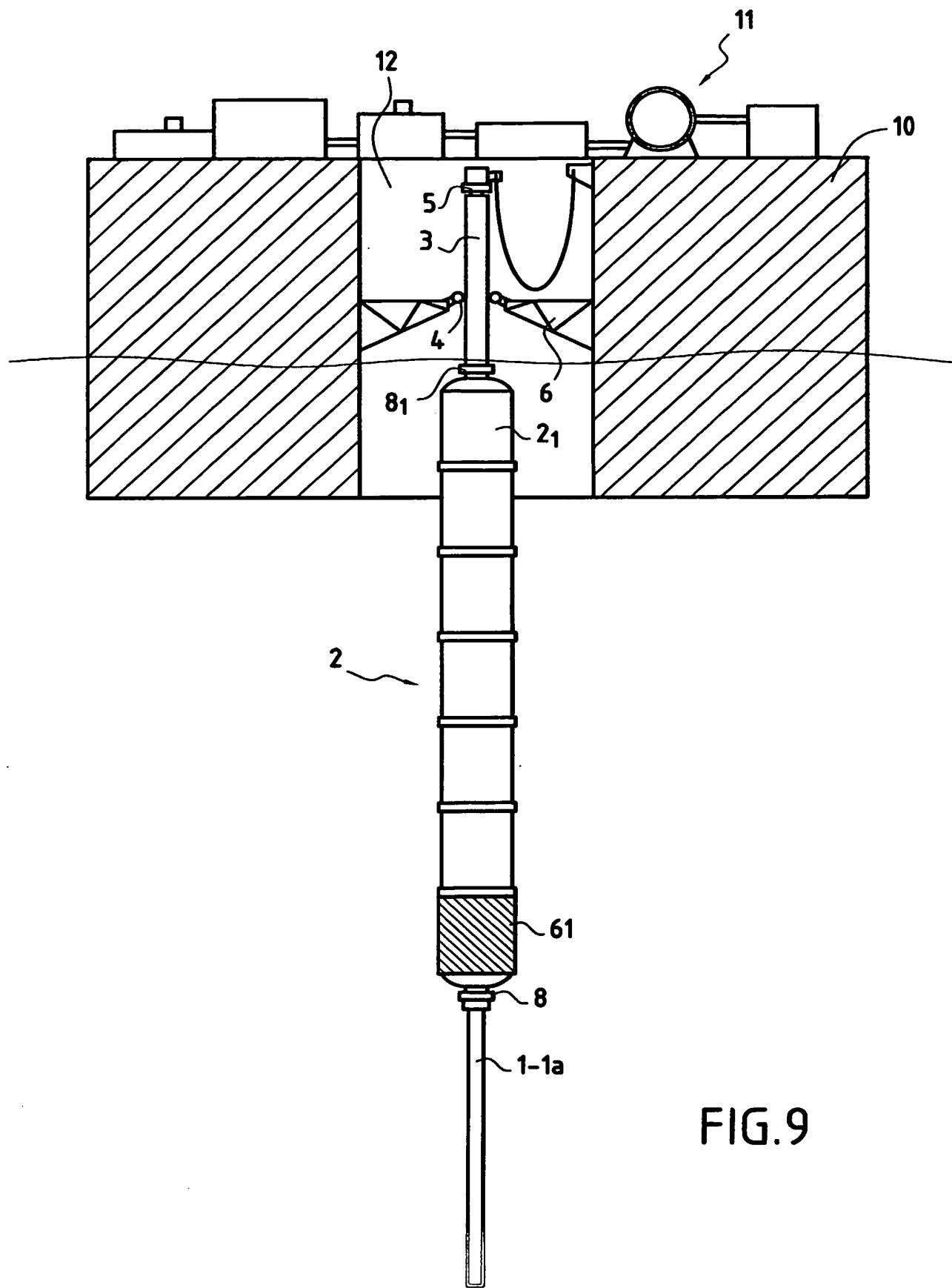
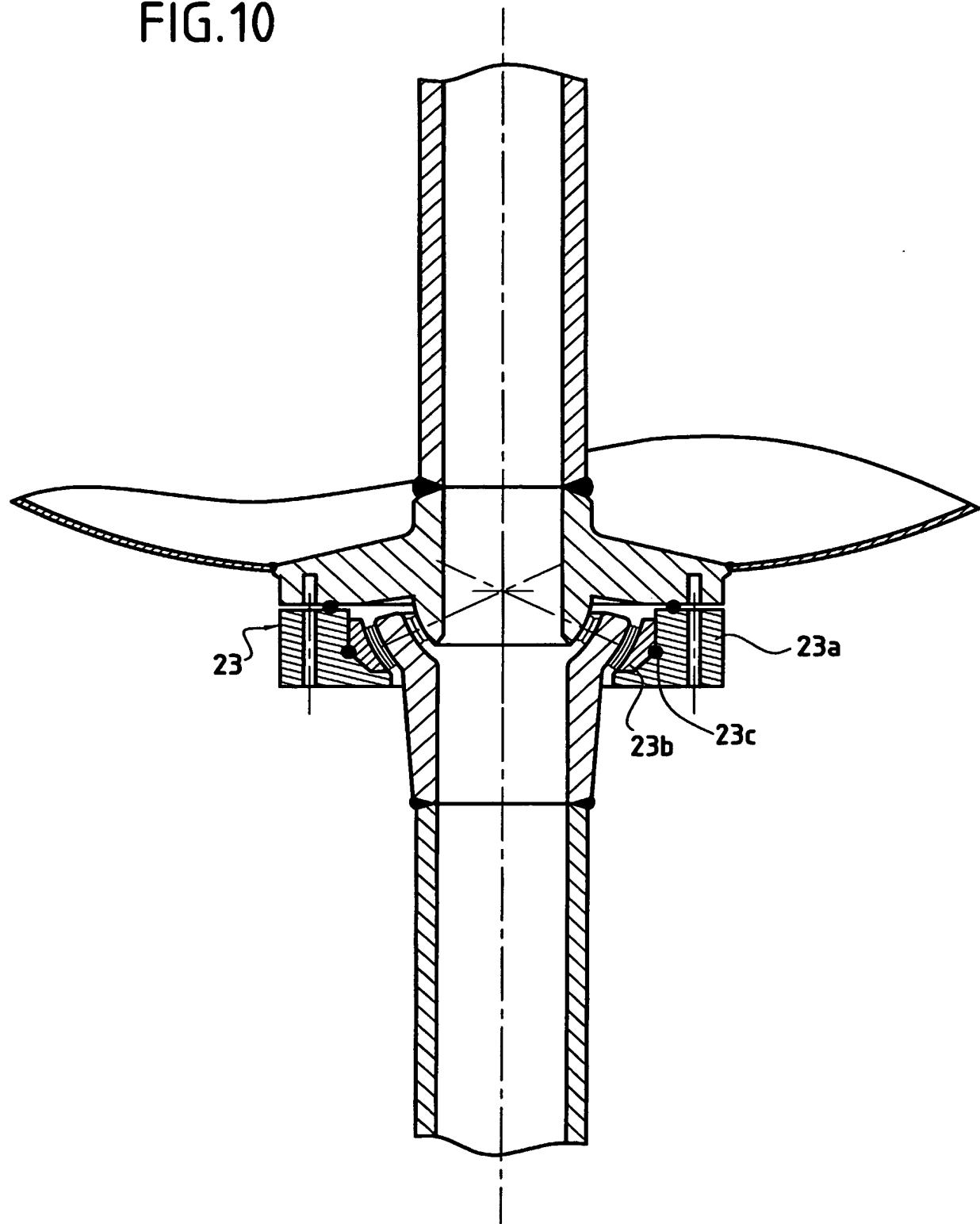


FIG.9

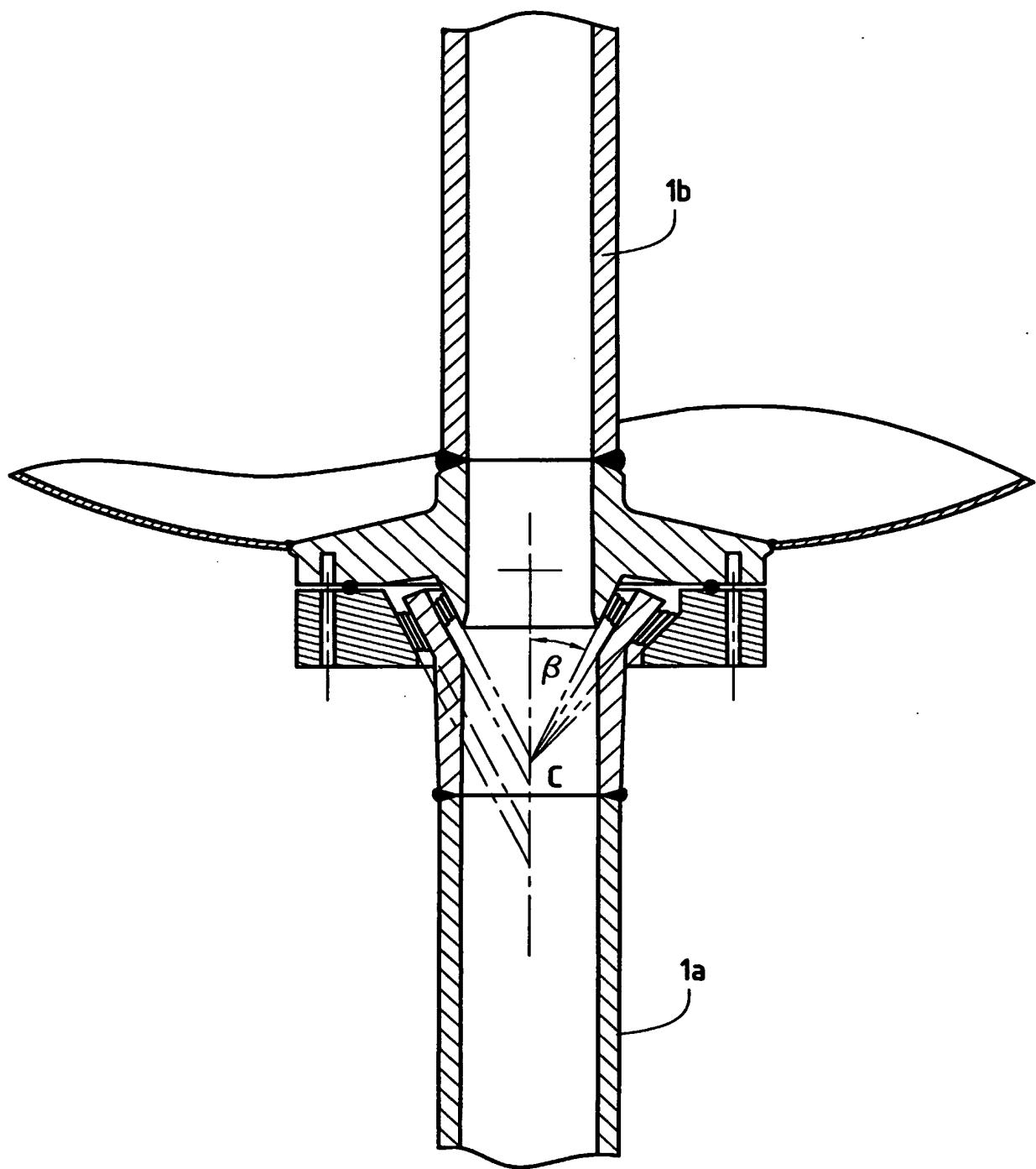
10/11

FIG.10



11/11

FIG.11



**Cadre n° VIII.iv) DECLARATION : QUALITE D'INVENTEUR**

(seulement aux fins de la désignation des Etats-Unis d'Amérique)

*La déclaration doit être conforme au libellé standard suivant prévu à l'instruction 214; voir les notes relatives aux cadres n°VIII, VIIIi) à v) (généralités) et les notes spécifiques au cadre n°VIII.iv). Si ce cadre n'est pas utilisé, cette feuille ne doit pas être incluse dans la requête***Déclaration relative à la qualité d'inventeur (règles 4.17.iv) et 51bis.1.a)iv))****aux fins de la désignation des Etats-Unis d'Amérique :**

Par la présente, je déclare que je crois être le premier inventeur original et unique (si un seul inventeur est mentionné ci-dessous) ou l'un des premiers co-inventeurs (si plusieurs inventeurs sont mentionnés ci-dessous) de l'objet revendiqué pour lequel un brevet est demandé.

La présente déclaration a trait à la demande internationale dont elle fait partie (si la déclaration est déposée avec la demande)

La présente déclaration a trait à la demande internationale n° PCT/.....(si la déclaration est remise en vertu de la règle 26 ter)

Par la présente, je déclare que mon domicile, mon adresse postale et ma nationalité sont tels qu'indiqués près de mon nom.

Par la présente, je déclare avoir passé en revue et comprendre le contenu de la demande internationale à laquelle il est fait référence ci-dessus, y compris les revendications de ladite demande. J'ai indiqué dans la requête de ladite demande, conformément à la règle 4.10

du PCT, toute revendication de priorité d'une demande étrangère et j'ai identifié ci-dessous, sous l'intitulé « Demandes antérieures », au moyen du numéro de demande, du pays ou du membre de l'Organisation mondiale du commerce, du jour, du mois et de l'année du dépôt, toute demande de brevet ou de certificat d'auteur d'invention déposée dans un pays autre que les Etats-Unis d'Amérique, y compris toute demande internationale selon le PCT désignant au moins un pays autre que les Etats-Unis d'Amérique, dont la date de dépôt est antérieure à celle de la demande étrangère dont la priorité est revendiquée.

Demandes antérieures : .....

Par la présente, je reconnais l'obligation qui l'est faite de divulguer les renseignements dont j'ai connaissance et qui sont pertinents quant à la brevetabilité de l'invention, tels qu'ils sont définis dans le Titre 37, § 1.56, du Code fédéral des réglementations, y compris, en ce qui concerne les demandes de continuation-in-part les renseignements pertinents qui sont devenus accessibles entre la date de dépôt de la demande antérieure et la date du dépôt international de la demande de continuation-in-part.

Je déclare par la présente que toute déclaration ci-incluse est, à ma connaissance, vérifique et que toute déclaration formulée à partir de renseignements ou de suppositions est tenue pour vérifiable, et de plus, que toutes ces déclarations ont été formulées en sachant que toute fausse déclaration volontaire ou son équivalent est passible d'une amende ou d'une incarcération, ou des deux, en vertu de la Section 1001 du Titre 18 du Code des Etats-Unis, et que de telles déclarations volontairement fausses risquent de compromettre la validité de la demande de brevet ou du brevet délivré à partir de celle-ci.

Nom : .....STASSENS Yves .....

Domicile : ISSY LES MOULINEAUX - FRANCE.....  
(ville et Etat (des Etats-Unis d'Amérique) le cas échéant, ou pays)

Adresse postale : ...18, rue Vaudétard – 92130 ISSY LES MOULINEAUX/France .....

Nationalité : ...Française .....

Signature de l'inventeur : .....  
(si elle ne figure pas dans la requête ou si la déclaration a fait l'objet de corrections ou d'adjonctions en vertu de la règle 26ter après le dépôt de la demande internationale. La signature doit être celle de l'inventeur, il ne peut s'agir de celle du mandataire.)

Date : .....6.7.2004.....

(de la signature qui ne figure pas dans la requête, ou de la déclaration qui a fait l'objet de corrections ou d'adjonctions en vertu de la règle 26ter après le dépôt de la demande internationale

Nom : ...GASSERT Michael.....

Domicile : LEVALLOIS PERRET / FRANCE .....

(ville et Etat (des Etats-Unis d'Amérique) le cas échéant, ou pays)

Adresse postale : ...19, rue Antonin Raynaud – 92300 LEVALLOIS PERRET / FRANCE .....

Nationalité : .....  
...Française.....

Signature de l'inventeur : .....  
(si elle ne figure pas dans la requête ou si la déclaration a fait l'objet de corrections ou d'adjonctions en vertu de la règle 26ter après le dépôt de la demande internationale. La signature doit être celle de l'inventeur, il ne peut s'agir de celle du mandataire.)

Date : .....6.7.2004.....

(de la signature qui ne figure pas dans la requête, ou de la déclaration qui a fait l'objet de corrections ou d'adjonctions en vertu de la règle 26ter après le dépôt de la demande internationale

Cette déclaration continue sur la feuille suivante, « Suite du cadre n° VIII.iv) ».

**Suite du Cadre n° VIII.i) à v) DECLARATION**

*Si l'un des cadres n° VIII.i) à v) ne suffit pas à contenir tous les renseignements, y compris dans le cas où plus de deux inventeurs doivent être nommés dans le cadre n° VIII.iv), dans ce cas, indiquer « Suite du cadre n°VIII... » (compléter le numéro du cadre en précisant le point) et fournir les renseignements conformément aux instructions données dans le cadre dans lequel la place était insuffisante. Si on a besoin de place supplémentaire dans deux ou plusieurs cadres, il faut utiliser le cadre « Suite » du cadre correspondant pour continuer chacune des déclarations. Si le présent cadre n'est pas utilisé, cette feuille ne doit pas être incluse dans la requête.*

Suite du cadre n° VIII.iv)

MOOG Olivier  
14, rue de l'Ours  
68200 MULMHOUSE / FRANCE

Nationalité : Française

Signature de l'inventeur

  
Date..... 6.7.2004.....

SKRABER Alain  
7, Place des Alliés  
68290 MASEVAUX / FRANCE

Nationalité : Française

Signature de l'inventeur

  
Date..... 6.7.2004.....